

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

# Cálculo y diseño de una cubierta retráctil para la piscina municipal de Puente la Reina/ Gares



Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

Ander Oroz Arbizu

Maria Jesus Vilas Carballo

Pamplona, 28 de junio del 2017





**Título del proyecto**

- Cálculo y diseño de una cubierta retráctil para la piscina municipal de Puente la Reina/Gares

**Emplazamiento**

- Complejo municipal de Osabidea, Paseo Osabidea, 2, 31100 Puente la Reina (NAVARRA)
- Coordenadas geográficas:
  - Lon.:42.6695576,
  - Lat.:1.8113273,21

**Persona jurídica o física encargada del proyecto:**

- Universidad Pública de Navarra (UPNA), departamento de Proyectos e Ingeniería Rural.
- Dirección: Campus de Arrosadia, Pamplona, Navarra. CP:31006

**Datos del autor:**

- Nombre: Ander Oroz Arbizu
- Estudios: Estudiante de grado en Ingeniería Mecánica por la Universidad Pública de Navarra (UPNA)

**Datos tutor**

- Nombre: María Jesús Vilas Carballo
- Estudios: Arquitecto superior por la Universidad Politécnica de Madrid (ETSAM). Especialidad de Edificación y Urbanismo



## **RESUMEN**

El proyecto se situará en las Piscinas Municipales Osabidea en el pueblo de Puente la Reina / Gares, consistirá en cubrir la piscina de 25 metros, se supondrá que la piscina ha sido reformada para cumplir la normativa vigente que hoy en día no cumple.

La estructura que se diseñará constará de dos partes principales, en primer lugar la estructura que contendrá la zona de vestuarios y maquinaria de climatización, esta estructura se realizará mediante hormigón armado. Por otro lado se diseñará la cubierta telescópica que cubrirá la piscina y que cuando este recogida apoyará sobre la estructura de hormigón armado. La cubierta tendrá forma de arco y constará de una parte metálica sobre la que apoyarán las placas de la cubierta. El cálculo de la estructura se realizará mediante el programa CYPE.

## **ABSTRACT**

The project will be executed in the municipal sports centre of Osabidea in the town of Puente la Reina/Gares, it will consist in the covering of the 25 meters pool, and we will assume that the pool had been remodelled to satisfy the normative.

The structure will have two main parts, the first one will hold the changing rooms and the climatic machinery, and this structure will be of armed concrete. The second one will be a metallic telescopic cover, the cover will have form of an arc and this will support the plates.

The structure will be calculate with the programme CYPE.

## **PALABRAS CLAVE**

- Piscina
- Cubierta
- Móvil
- Retractil
- Arco
- Pilar
- Viga
- Hormigón armado
- Metálica
- Telescopica



# Índice general

El presente documento contiene los apartados de:

## I. MEMORIA

### Índice memoria

1. Objeto.....	1
2. Alcance .....	1
3. Antecedentes .....	2
3.1 Situación y antecedentes .....	3
3.2 Descripción parcela y usos .....	4
4. Normas y referencias .....	6
4.1. Normativa.....	6
4.2. Programa de cálculo.....	8
5. Programa de necesidades .....	9
5.1. Piscina al aire libre.....	10
5.1.1. Espacio útil para deporte .....	10
5.1.2. Espacios auxiliares.....	12
5.2. Piscina cubierta. ....	14
5.2.1. Espacio útil para deporte .....	14
5.2.2. Espacios auxiliares.....	16
5.3. Resumen de superficies .....	18
6. Requisitos del diseño .....	19
6.1. Requisitos del cliente .....	19
6.2. Requisitos de la normativa.....	19
6.3. Requisitos de espacio y terreno .....	19
7. Análisis de soluciones.....	20
7.1. Tipo de cubierta .....	20
7.2. Emplazamiento estructura vestuarios .....	23
7.3. Zona de maquinaria y graderío .....	24
7.4. Tipo de fachada .....	25
7.5. Emplazamiento de la iluminación .....	25
7.6. Sistema de movimiento.....	25
8. Solución final .....	26

## II. ANEXO I: Cálculos de la estructura

### Índice anexo de cálculos

1.	Cálculo de acciones sobre cubierta .....	1
1.1.	PP-Peso Propio .....	2
1.2.	SU-Sobrecarga de uso .....	3
1.3.	N-Nieve.....	4
1.4.	V-Viento.....	5
1.5.	Sismos.....	9
2.	Datos característicos de la cubierta .....	10
3.	Hipótesis de cargas sobre cubierta .....	14
3.1.	Hipótesis de carga: huecos a barlovento y cubierta cerrada .....	16
3.2.	Hipótesis de carga: huecos a sotavento y cubierta cerrada .....	22
3.3.	Hipótesis de carga: sin huecos y cubierta cerrada .....	25
3.4.	Hipótesis de cargas: sin huecos y cubierta abierta. ....	28
4.	Acciones sobre estructura de hormigón .....	32
4.1.	CM- Cargas muertas sobre estructura .....	33
4.1.1.	Por la cubierta .....	33
4.1.2.	Graderío .....	33
4.2.	PP- Peso Propio estructura de hormigón y características .....	34
4.3.	SU- Sobrecarga de uso .....	36
4.4.	N-Nieve.....	36
4.5.	V-Viento.....	37
4.6.	Empuje de tierras .....	37
5.	Hipótesis de carga sobre estructura de hormigón.....	38
5.1.	Hipótesis con huecos a barlovento .....	39
5.2.	Hipótesis sin huecos cubierta abierta .....	43
5.3.	Hipótesis de viento de forma longitudinal a la cubierta .....	46
5.4.	Resultados hipótesis.....	48
6.	Comprobación piscina.....	49
7.	Comprobación uniones .....	51
7.1.	Unión soldada entre correas y arco .....	51
7.2.	Unión soldada viga HEB y perfil IPE.....	53
7.3.	Unión pilar HEB con sistema de movimiento.....	54



### III. PLANOS

#### Índice de planos

1.	Plano de situación .....	1
2.	Plano de emplazamiento.....	2
3.	Sótano .....	3
4.	Planta baja.....	4
5.	Segunda planta y planta railes .....	5
6.	Cubierta cerrada.....	6
7.	Cubierta abierta .....	7
8.	Alzados .....	8
9.	Secciones.....	9
10.	Zapatas y vigas de atado .....	10
11.	Muros y zapatas corridas .....	11
12.	Pilares .....	12
13.	Forjado-1 .....	13
14.	Forjado-2 .....	14
15.	Armado vigas-1.....	15
16.	Armado vigas-2.....	16
17.	Cubiertas .....	17
18.	Uniones .....	18

## IV. PLIEGO DE CONDICIONES

### Índice del pliego de condiciones

1.	DISPOSICIONES GENERALES .....	1
1.1.	Naturaleza y objeto del pliego general .....	1
1.2.	Documentación del contrato de obra .....	1
2.	CONDICIONES TECNICAS PARTICULARES .....	2
2.1.	Calidad de los materiales. ....	2
2.2.	Pruebas y ensayos de materiales. ....	2
2.3.	Materiales no consignados en proyecto. ....	2
2.4.	Condiciones generales de ejecución. ....	2
2.5.	Movimiento de tierras.....	1
2.5.1.	Explanación y préstamos.....	1
2.5.2.	Vaciados .....	8
2.5.3.	Excavación de zanjas y pozos .....	12
2.5.4.	Relleno y apisonado de zanjas y pozos .....	16
2.6.	Hormigones .....	18
2.6.1.	De los componentes.....	18
2.6.2.	De la ejecución del elemento .....	28
2.6.3.	Medición y abono.....	35
2.7.	Soportes de hormigón armado. ....	36
2.7.1.	De los componentes.....	36
2.7.2.	De la ejecución .....	37
2.7.3.	Medición y abono.....	39
2.7.4.	Mantenimiento. ....	40
2.8.	Vigas de hormigón armado. ....	41
2.8.1.	De los componentes.....	41
2.8.2.	De la ejecución .....	42
2.8.3.	Medición y abono.....	45
2.8.4.	Mantenimiento. ....	45
2.9.	Estructuras metálicas .....	46
2.9.1.	De los componentes.....	46
2.9.2.	De la ejecución .....	47
2.9.3.	Medición y abono.....	49

## V. MEDICIONES

### Índice de mediciones

1. Preparación del terreno .....	1
2. Cimentación .....	2
3. Elementos estructurales de hormigón .....	4
4. Elementos estructurales cubierta .....	8

## VI. PRESUPUESTO

### Índice del presupuesto

1. Preparación del terreno .....	1
2. Cimentación .....	3
3. Elementos estructurales hormigón .....	6
4. Elementos estructurales cubierta .....	11
Resumen del presupuesto.....	12



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### I. MEMORIA

Ilustración 1: Ubicación puente la Reina/Gares [1] .....	3
Ilustración 2: Emplazamiento complejo deportivo Osabidea. [2] .....	4
Ilustración 3: foto piscina [3] .....	5
Ilustración 4: Medidas vestuario personas diversidad funcional [7] .....	12
Ilustración 5: Estructura metálica módulo de cubierta .....	21
Ilustración 6: Opciones colocación vestuarios .....	23
Ilustración 7: Cubierta policarbonato celular [9] .....	26
Ilustración 8: Cubiertas piscina .....	27
Ilustración 9: Frontal piscina .....	27

### II. CÁLCULOS Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

Ilustración 10: Cubierta policarbonato [9] .....	2
Ilustración 11: Coeficiente de forma [10] .....	4
Ilustración 12: Zonificación cubiertas cilíndricas [10] .....	7
Ilustración 13: Coeficientes presión exterior en cubierta cilíndrica [10] .....	7
Ilustración 14: Coeficientes presión exterior en cubierta cilíndrica [8] .....	8
Ilustración 15: Presiones interiores ejercidas en construcciones diáfnas [10] .....	8
Ilustración 16: Dimensiones del arco croquizadas .....	11
Ilustración 17: Forma pandeo en arco .....	12
Ilustración 18: Selección pandeo en arco [12] .....	12
Ilustración 19: Longitud entre correas .....	14
Ilustración 20: PP en cubierta cerrada con huecos a barlovento .....	16
Ilustración 21: Presión exterior en cubierta cerrada con huecos a barlovento .....	16
Ilustración 22: Presión interior en cubierta cerrada con huecos a barlovento .....	17
Ilustración 23: Nieve en cubierta cerrada con huecos a barlovento .....	17
Ilustración 24: SU en cubierta cerrada con huecos a barlovento .....	18
Ilustración 25: Valores perfiles que cumplen barlovento .....	18
Ilustración 26: Cubierta a compresión con viento a barlovento y cerrada .....	19
Ilustración 27: Cubierta a succión con viento a barlovento y cerrada .....	20
Ilustración 28: Reacciones cubierta a compresión con viento a barlovento y cerrada .....	21
Ilustración 29: Reacciones cubierta a succión con viento a barlovento y cerrada .....	21
Ilustración 30: Presión interior en cubierta cerrada con huecos a barlovento .....	22
Ilustración 31: Valores perfiles que cumplen sotavento .....	22
Ilustración 32: Cubierta a compresión con viento a sotavento y cerrada .....	23
Ilustración 33: Cubierta a succión con viento a sotavento y cerrada .....	23
Ilustración 34: Reacciones cubierta a compresión con viento a sotavento y cerrada .....	24
Ilustración 35: Reacciones cubierta a succión con viento a sotavento y cerrada .....	24
Ilustración 36: Valores perfiles que cumplen sin huecos .....	25
Ilustración 37: Cubierta a compresión sin huecos y cerrada .....	26
Ilustración 38: Cubierta a compresión sin huecos y cerrada .....	26
Ilustración 39: Reacciones cubierta a compresión sin huecos y cerrada .....	27
Ilustración 40: Reacciones cubierta a succión sin huecos y cerrada .....	27

Ilustración 41: Reacciones cubierta a compresión sin huecos y abierta.....	28
Ilustración 42: Estructura en cype.....	32
Ilustración 43: Posición cargas con huecos a barlovento.....	39
Ilustración 44: Anchos banda y viento en cype.....	40
Ilustración 45: Reacciones en vigas.....	41
Ilustración 46: Áreas necesarias.....	41
Ilustración 47: Deformada según hipótesis.....	42
Ilustración 48: Deformada únicamente debida a la cubierta.....	42
Ilustración 49: Posición cargas cubierta abierta .....	43
Ilustración 50: Anchos banda y viento en cype.....	44
Ilustración 51: Reacciones y áreas necesarias en vigas.....	44
Ilustración 52: Deformada debido a hipótesis .....	45
Ilustración 53: Deformada viento dirección Y+.....	47
Ilustración 54: deformada dirección Y- .....	47
Ilustración 55: Modelización piscina .....	49
Ilustración 56: Desplazamiento losa piscina .....	50
Ilustración 57: Desplazamiento muros piscina .....	50
Ilustración 58: Unión viga IPE perfil rectangular.....	51
Ilustración 59: FDS unión arco con perfil rectangular .....	52
Ilustración 60: Cargas en unión.....	53
Ilustración 61: Plano unión.....	53
Ilustración 62: Unión pilar a perfil UPN.....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

### I. MEMORIA

Tabla 1: Dimensiones y características de vasos polivalentes [4] .....	10
Tabla 2: Dimensiones líneas de calles [5] .....	11
Tabla 3: Condiciones de iluminación [6] .....	11
Tabla 4: Dimensiones y características de vasos polivalentes [4] .....	14
Tabla 5: Dimensiones líneas de calles [5] .....	15
Tabla 6: Condiciones de iluminación [6] .....	15
Tabla 7: Resumen superficies piscina ambos usos .....	18
Tabla 8: Superficies finales .....	28

### II. CÁLCULO Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

Tabla 9: Valores característicos de las sobrecargas de uso [10] .....	3
Tabla 10: Valores coeficientes exposición [10] .....	6
Tabla 11: Resumen valor de cargas .....	9
Tabla 12: Cargas sobre estructura .....	15
Tabla 13: Selección perfiles .....	29
Tabla 14: Reacciones en vigas debido a cubiertas juntas .....	30
Tabla 15: Reacciones en vigas debido a huecos a barlovento y succión .....	30
Tabla 16: Valores característicos de las sobrecargas de uso [2] .....	33
Tabla 17: Clases de exposición a la corrosión de las armaduras .....	34
Tabla 18: Fisuración según clase de exposición .....	34
Tabla 19: Recubrimiento según clase de exposición .....	35
Tabla 20: Durabilidad según tipo de exposición .....	35
Tabla 21: Valores característicos de las sobrecargas de uso [2] .....	36
Tabla 22: Reacciones y dirección con huecos a barlovento .....	39
Tabla 23: Reacciones y sentido cargas .....	43



# I. Memoria





## Índice de la memoria

1.	Objeto.....	1
2.	Alcance .....	1
3.	Antecedentes .....	2
3.1	Situación y antecedentes .....	3
3.2	Descripción parcela y usos .....	4
4.	Normas y referencias .....	6
4.1.	Normativa.....	6
4.2.	Programa de cálculo.....	8
5.	Programa de necesidades .....	9
5.1.	Piscina al aire libre.....	10
5.1.1.	Espacio útil para deporte .....	10
5.1.2.	Espacios auxiliares.....	12
5.2.	Piscina cubierta. ....	14
5.2.1.	Espacio útil para deporte .....	14
5.2.2.	Espacios auxiliares.....	16
5.3.	Resumen de superficies .....	18
6.	Requisitos del diseño .....	19
6.1.	Requisitos del cliente .....	19
6.2.	Requisitos de la normativa.....	19
6.3.	Requisitos de espacio y terreno .....	19
7.	Análisis de soluciones.....	20
7.1.	Tipo de cubierta .....	20
7.2.	Emplazamiento estructura vestuarios .....	23
7.3.	Zona de maquinaria y graderío .....	24
7.4.	Tipo de fachada .....	25
7.5.	Emplazamiento de la iluminación .....	25
7.6.	Sistema de movimiento.....	25
8.	Solución final .....	26
8.1.	Soluciones adoptadas.....	26
8.2.	Superficies de las soluciones adoptadas .....	28
9	Bibliografía y referencias.....	29



## 1. Objeto

El siguiente proyecto tiene como objeto el cálculo y diseño de la cubierta móvil de la piscina polivalente del complejo deportivo municipal de Puente la Reina Gares, a su vez se calculará la estructura que albergará los vestuarios necesarios para esta piscina, se tendrá en cuenta la piscina ya existente para la realización de este proyecto.

Además la piscina deberá servir para el máximo número de deportes posible a fin de conseguir una mayor eficiencia, rentabilidad y uso por los usuarios.

Se adjuntará la información necesaria para la ejecución del proyecto en el caso de que este se llevará a cabo en un futuro cumpliendo toda la normativa vigente hasta el momento.

Este proyecto se considerará como un Trabajo de fin de Grado.

## 2. Alcance

En el siguiente punto se presentan los documentos que delimitarán el alcance del proyecto, estos documentos aportarán la información descriptiva, técnica y legal para llevar a cabo la estructura para cubrir la piscina de Puente la Reina/Gares (Navarra).

- Documento 0: Índice general
  - Información de todos los documentos que forman el proyecto “Cálculo y diseño de una cubierta móvil para la piscina municipal polivalente de Puente la Reina/Gares”.
- Documento 1: Memoria:
  - Información del proyecto, motivación del proyecto y los objetivos a cumplir del proyecto
  - Se presentan los conocimientos teóricos necesarios para el proyecto, aplicación de normativa y programa de cálculo necesario.
  - Se numeran las instalaciones y estructura del proyecto.
- Documento 2: Anexo de cálculos
  - Descripción de las acciones que afectarán a la estructura de la cubierta de la piscina.
  - Hipótesis realizadas y resultados de estas mismas
  - Soluciones posibles y solución final de la cubierta, estructura de hormigón y cimentación.
- Documento 3: Planos
  - Documentación gráfica necesaria para la localización, construcción y materiales empleados de la estructura completa.

- Documento 4: Pliego de condiciones:
  - Documentación legal y administrativa necesaria para la instalación de la estructura que cubrirá la piscina.
- Documento 5: Mediciones
  - Cuantificación de las unidades de todos los materiales empleados para la construcción de la estructura.
- Documento 6: Presupuesto
  - Cuantifica el valor unitario de cada uno de los componentes de la estructura.
  - Agrupa y clasifica los gastos del punto anterior.
  - Aportación del coste final.

El proyecto tendrá como objetivo el cálculo completo de la estructura, y un planteamiento del sistema de movimiento de la cubierta sin necesidad de su desarrollo completo puesto que esto excedería los propósitos de un Trabajo de Fin de Grado.

Por otro lado al necesitar una reforma la piscina se planteará esta reforma y como quedaría.

A la hora de realizar la estructura se planteara en qué lugar pueden ir las distintas instalaciones: eléctricas, climatización, saneamiento, abastecimiento...

### 3. Antecedentes

Puente la Reina/Gares es un municipio de la zona media de la comunidad foral de Navarra a 23km de la capital Pamplona/Iruñea, este consta con 3000 habitantes, una extensión de 39.7km<sup>2</sup> y un gran número de pueblos colindantes como: Obanos, Mendigorria o Guirguillano.

Es el único pueblo del valle de valdizarbe con un complejo deportivo lo suficientemente grande para albergar esta obra, además de tener varios colegios tanto en los pueblos de alrededor como en Puente la Reina/Gares, los estudiantes pueden desplazarse a hacer uso de esta, por otro lado usuarios deportistas los cuales no tienen donde practicar deportes acuáticos sin tener que desplazarse a Pamplona u otros lugares durante épocas que la temperatura no permite hacer uso de piscinas descubiertas.

### 3.1 Situación y antecedentes

El pueblo de Puente la Reina/Gares es el pueblo más grande del valle de Valdizarbe y alrededores, este consta del mayor complejo deportivo, los pueblos del valle carecen de una piscina cubierta para el uso y disfrute durante el año, por este motivo se ha propuesto la construcción de una piscina que cubra la piscina polivalente del complejo deportivo municipal de Osabidea, está cubierta será móvil de forma que durante el verano no pierda parte de su funcionalidad.



*Ilustración 1: Ubicación puente la Reina/Gares [1]*

### 3.2 Descripción parcela y usos

La estructura se localizará en la parcela número 43 al sureste del pueblo donde se encuentra el complejo deportivo, sobre la unidad urbana 2, denominada como piscina en la referencia catastral.



*Ilustración 2: Emplazamiento complejo deportivo Osabidea. [2]*

La parcela está delimitada por el paseo de osabidea, calle del portillo y las parcelas rústicas 488, 487 y 491.

La entrada al complejo deportivo se realiza por la parte norte en el cruce entre la calle del portillo y el paseo osabidea.

Esta parcela consta de varios servicios ya disponibles.

- Zonas deportivas
- Piscina olímpica y chapoteo
- Zona de vestuarios
- Zonas de comedor
- Zona de cafetería
- Zona de porches
- Zona de oficinas

La piscina a cubrir es la piscina polivalente la cual será reformada para adaptarse a la normativa actual puesto que no la cumple, un ejemplo de no cumplimiento son los rebosaderos, profundidad de la piscina y aledaños (ilustración 3).



*Ilustración 3: foto piscina [3]*

Tal como muestra el plan de ordenación municipal de Puente la Reina, por tratarse de una instalación pública se permite realizar modificaciones de la edificación existente y ampliaciones del mismo previo Estudio de Detalle de la Ordenación del Conjunto de la Unidad.

Como se trata de un cambio de uso de piscina abierta a piscina cubierta se deberá cambiar el uso de esta en catastro y otros documentos.



## 4. Normas y referencias

### 4.1. Normativa

#### **Normativa de actividad**

- Normativa sobre Instalaciones Deportivas y de Esparcimiento (NIDE), del Consejo Superior de Deportes
- Manual básico de instalaciones deportivas de la comunidad foral de Navarra departamento de Bienestar social, Deporte y Juventud.

Mediante esta normativa y manual se han analizado los criterios necesarios que debe cumplir el proyecto para llevarse a cabo las actividades que se dan dentro de una piscina como pueden ser medidas y requisitos.

#### **Normativa urbanística**

- Plan de Ordenación Municipal de Puente la Reina-Gares

En esta ordenanza municipal se explica si es posible la construcción de la piscina en el recinto, al ser municipal es posible su construcción tal y como se indica en la parcela 43 es posible.

- Ley foral 35/2002 de 20 de diciembre de ordenación del territorio y urbanismo.

## **Normativa de construcción**

- Documento básico Acciones en la Edificación: CTE DB-AE, aprobado por Real decreto 314/2006 de 17 de marzo

Documento necesario para el cálculo de las acciones y los diferentes tipos de cargas.

- Documento Básico Acero CTE-DB-A, aprobado por Real decreto 314/2006 de 17 de marzo

Consideraciones a tener en cuenta al calcular estructuras con acero.

- Documento Básico Seguridad Estructural CTE-DB-SE, aprobado por Real decreto 314/2006 de 17 de marzo

Necesario para el cálculo de la estructura y coeficientes debidos a su características.

- Instrucción de Hormigón Armado EHE-08, aprobado por Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio.

Documento en el que se tiene en cuenta las características del hormigón y su armado.

- Documento Básico Seguridad Incendios DB-SI

La estructura debe cumplirse para su correcta evacuación y seguridad.

- UNE-EN 157001 Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en Obra de Construcción.

- Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas de Seguridad Y salud en el trabajo.

#### 4.2. Programa de cálculo

Para la realización del proyecto se han utilizado dos tipos de programas: AutoCAD para la realización de planos de planta y distribución de zonas y CYPE para el cálculo de las estructuras.

Los pasos seguidos para realizar el proyecto en cuanto a la parte de programas han sido los siguientes:

- 1) Dibujo de las diferentes plantas y distribución mediante AutoCAD y estimación de pilares según las distancias.
- 2) Mediante el programa de CYPE y su módulo de cype 3D se ha realizado la cubierta cilíndrica, introducido las cargas en ella y seleccionado los perfiles necesarios para los casos de carga más desfavorables.
- 3) Se han calculado las uniones entre perfiles y se planteará el sistema de movimiento de la cubierta.
- 4) Las reacciones de las hipótesis más desfavorables en los apoyos de la cubierta se han exportado en forma de cargas sobre arranques al módulo de cypecad, tras esto e introducir las cargas pertinentes en este módulo que afecta a la estructura de hormigón se han calculado las vigas y pilares de la estructura
- 5) Se han cambiado a mano los armados de pilares y vigas de forma que soporten las cargas y sea más sencillo el montaje, cypecad calcula el armado de forma que las cargas se resistan de la forma más mínima posible y los armados no suelen ser muy lógicos.
- 6) Se ha comprobado que el espesor de los muros de la piscina estimados y la losa de hormigón y muros sobre la que se soporta tienen el suficiente espesor, se ha realizado una estimación guiada por el libro de "Hormigón armado de J. Montoya" y después una comprobación con el módulo de cypecad.
- 7) Finalmente se han realizado los planos finales mediante AutoCAD y cype.

Este proceso y sus resultados estarán más detallados en los anexos de cálculos y en los planos.

## 5. Programa de necesidades

La piscina polivalente hoy en día no tiene uso ya que no cumple la normativa, por eso se plantea una reforma de la piscina y la instalación de una cubierta móvil para darle un uso a este espacio durante el año. Las condiciones de uso variarán según el estado de la cubierta. Las necesidades se adaptarán para los casos de una piscina polivalente al aire libre y cubierta puesto que la cubierta es móvil.

Según el caso en el que se encuentre la cubierta cerrada o abierta el NIDE marca los espacios útiles de deportes y espacios auxiliares que son necesarios en cada caso.

- Espacios útiles para deporte: son aquellos espacios únicamente necesarios para la práctica del deporte o actividades recreativas estas varían si es piscina al aire libre o cubierta.
- Espacios auxiliares: Son espacios donde no se práctica el deporte pero necesarios para otros usos:
  - Zonas para usuarios y deportistas: Vestuarios, aseos, guardarropas, almacenes, enfermería, accesos y playas
  - Zona para espectadores: Gradas, servicios, circulación, accesos
  - Singulares: Salas de instalaciones, bar...

## 5.1. Piscina al aire libre

El caso de piscina al aire libre se plantea cuando el aire del exterior puede acceder al recinto de la piscina sin necesidad de climatizarse.

### 5.1.1. Espacio útil para deporte

- Vaso de la piscina: el recipiente del agua debe constar de varias características específicas de un vaso polivalente al aire libre

DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS		VASOS POLIVALENTES			
		P1	P2	P3	P4
Longitud		25,00	25,00	50,00	50,00
Anchura		12,50	16,50	16,50	21,00
Profundidad	Mínima (1)	1,20	1,20	1,20	1,20
	Máxima	2,00	2,00	2,20	2,20
Nº calles		6	8	6/8	8
Ancho calles (m)		2,00	2,00	2,50 / 2,00	2,50
Bandas exteriores (m)		2 x 0,25	2 x 0,25	2 x 0,75 / 2 x 0,25	2 x 0,50
Uso		Entrenamiento, Competiciones locales y regionales niveles básicos			

*Tabla 1: Dimensiones y características de vasos polivalentes [4]*

- La pendiente del fondo será de entre el 2-6% medido sobre la pared a los muros frontales del vaso.
- La profundidad mínima tendrá 10mm de tolerancia en exceso
- Constará de bandas laterales de lámina de agua de 0.25m mínimo.
- El vaso tendrá cuatro caras paralelas dos a dos, además de que sea perfectamente estanco y resistente, también constará de un escalón perimetral de descanso a una altura bajo el nivel del agua de 1.20m y de entre 0.10-0.15 m de espesor
- En las paredes de los extremos debe permitirse la instalación de placas de toque a 30cm sobre el agua.
- Se colocarán escaleras al interior de la piscina con una distancia entre ellas no superior a 20m y acceso a los discapacitados mediante elevadores manuales o hidráulicos o escalinatas.
- Las escalinatas no sobresaldrán del muro para evitar encontronazos y tendrán medidas normalizadas.
- La altura mínima desde la superficie de la playa o el agua al obstáculo más próximo debe ser de 4 metros.
- El revestimiento de las paredes de la piscina será de tal forma que sea impermeable y antideslizante: 24º clase C para bordillos rebosaderos y escaleras y de 12º clase A para los fondos.
- El pavimento exterior tendrá que ser antideslizante, seco y húmedo, por otro lado rugoso sin que cree heridas. 18º clase B

- Las líneas de señalización serán:

LINEAS DE CALLES		
Ancho	mínimo	0,20 m
	recomendado	0,25 m $\pm$ 0,05
	máximo	0,30 m
Longitud	Vasos de 25 m	21 m
	Vasos de 50 m	46 m
Extremos	A 2 m $\pm$ 0,05 de los muros frontales del vaso con línea perpendicular de 1,00 m $\pm$ 0,05 de longitud y el mismo ancho	
Color	Oscuro contrastando con el del fondo del vaso	

Las líneas de llegada son las líneas de señalización de calles en los muros frontales, se trazarán conforme con la Norma Reglamentaria de Natación, en el centro de cada calle y con su eje central vertical. Serán continuas y se trazarán sobre los muros frontales y sobre los paneles de toque. La línea abarcará desde el borde del vaso (límite superior del muro vertical) hasta el fondo (límite inferior en su arista de encuentro con el plano del fondo). En esta línea se trazará una cruceta (línea perpendicular) de 0,50 m  $\pm$  0,05 de largo y situado su eje a 0,30 m  $\pm$  0,05 bajo la lamina de agua, véase figura NAT – 8 de la citada la Norma Reglamentaria de Natación.

Se recomienda que las líneas de señalización tengan un ancho de 0,25 m y sean de color azul marino o ultramar sobre un fondo blanco crema o azul cielo.

*Tabla 2: Dimensiones líneas de calles [5]*

- El recinto de la piscina debe tener una iluminación adecuada teniendo en cuenta que puede ser artificial.

ILUMINACIÓN PISCINAS AL AIRE LIBRE		
NIVEL DE COMPETICIÓN	Iluminancia horizontal E med (lux)	Uniformidad E min / E med
Competiciones internacionales	1500	0,7
Competiciones nacionales, regionales, entrenamiento alto nivel (2)	500	0,7
Competiciones locales, entrenamiento, uso escolar y recreativo (2)	300	0,5

(1) En todo el ámbito de la piscina (vasos) resto 750 lux. (2) Valor mínimo medido sobre las plataformas de salida y los extremos de viraje: 600 lux

*Tabla 3: Condiciones de iluminación [6]*

- Se dispondrá de tomas en el vaso para la limpieza de fondos y dos desagües para su vaciado completo.
- Playa: zona que rodea el vaso, debe tener varias características:
  - Las medidas de la playa que rodea el vaso debe tener unas medidas mínimas,
    - 3 metros mínimos desde la plataforma de salida
    - 2 metros mínimos en la cara contraria
    - 2 metros en los laterales.
    - Las playas tendrán una inclinación de 2% hacia una canaleta perimetral.
  - Se dispondrá de 4 duchas mínimo en el perímetro de la playa junto al acceso de los recintos y el agua se recogerá mediante canaleta separada.
  - Se dispondrá de tomas de agua para su limpieza.
- Acceso: Lugar de entrada a la piscina
  - Se dispondrá de un espacio de duchas debidamente señalizado
  - La playa debe estar separado del resto de zonas de estancia o paso por elementos físicos, en caso de tenga una zona vegetal cercana deberá contar con pozos de agua con renovación continua y medidas mínimas de 2x1.5x0.1 metros.

Teniendo en cuenta estos requisitos de duchas, vaso, y espacio de playa se estima que el espacio necesario para estos elementos es de 500m<sup>2</sup>.

### 5.1.2. Espacios auxiliares

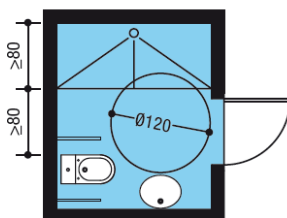
La piscina se considerará que esta al aire libre en la época del año desde mediados de junio hasta principios de septiembre, al tratarse de una época calurosa la cubierta de la piscina no es necesaria la mayor parte del tiempo, así que la piscina se considerará como piscina al aire libre.

Las piscinas al aire libre deben constar de espacios útiles al deporte y espacios auxiliares los cuales marca el NIDE para piscinas polivalentes.

#### *Zona de vestuarios-aseos*

La zona de vestuarios-aseos es aquella que engloba zona de ducha, zona de baños y zona de cambio, las necesidades de estas zonas vienen marcadas en el NIDE.

- Aseos al mismo nivel que la piscina y uno para cada sexo.
- El aforo se marcará como 1 persona/m<sup>2</sup> de lámina de agua, y cada persona ocupará 1m<sup>2</sup> en este caso al ser una piscina de 12.5x25m, es decir un espacio mínimo para vestuarios de 104.16m<sup>2</sup>.
- Será necesario una cabina al menos en cada vestuario de uso individual.
- La altura mínima de 2.80 metros.
- Deberá disponer de bancos, de ancho de 0.4-0.45m y altura de 0.4m, y longitud mínima de 0.6m/usuario. Percheros a una altura de 1.65 metros y metálicos inoxidables.
- Cada vestuario dispondrá de una zona de duchas, de aseo y lavabos y de secado, cada una de estas pertinentemente separada.
- Se dispondrá de duchas de 1/20 usuarios 5 mínimo y se puede disponer de alguna que sea individual. Sus medidas serán de 0.9x0.9m y un pasillo de 0.8m entre duchas y 1 metro con pared.
- En la zona de aseos se dispondrá de cabinas de inodoros 2 mínimos con una anchura de 1 metro mínimo.
- Sobre los lavabos se dispondrá espejos inastillables y no tendrán pie.
- Se dispondrá de ventilación natural.
- Aristas estarán redondeadas y serán de materiales resistentes a la humedad.
- Las puertas de paso tendrán una anchura mínima de 0.8 metros de ancho y 2.1 metros de altura, en cabinas el ancho mínimo de 0.7m salvo en minusválidos que será de 0.8m.
- El espacio para personas con movilidad reducida deberá mantener mínimo las siguientes dimensiones



*Ilustración 4: Medidas vestuario personas diversidad funcional [7]*

*Zona de enfermería-botiquín.*

- Bien comunicado con el recinto de la piscina y fácil salida al exterior, aunque en caso de piscina al aire libre no tiene que estar en el mismo recinto sino cerca y proveer a los socorristas de un botiquín de mano.
- Dispondrá mínimo de: Lavabo, inodoro, ducha, espacio cambio de ropa, camilla, mesa y silla. Además de equipo de primeros auxilios.
- Una altura mínima de 2.8metros.
- Se estima una superficie total de 15m<sup>2</sup>

*Zona de espectadores*

- Se cumplirá la norma Europea EN 13200-1:2003 ``Criterios de diseño para los espacios para espectadores.``
- Serán de fácil acceso para los espectadores.
- La anchura mínima de salida del graderío será de 1.2metros.
- No se admiten plazas de espectadores de pie y las plazas tendrán las siguientes medidas: 0.85metros de fondo (0.45m paso y 0.4m asiento) y una altura de entre 0.4-0.45m. Una altura de respaldo de 0.3m.
- Se debe diferenciar entre la zona de piscinas y graderíos.
- Debe ser accesible para personas con silla de ruedas, la zona debe tener al menos unas dimensiones de 1.2x1m y las rampas para llegar a estas debe tener entre 8% de pendiente máxima, el graderío tendrá iluminación artificial que no deslumbre a deportistas.
- La zona de espectadores se estima para 50 personas por lo que la superficie necesaria será de 50m<sup>2</sup>.

*Zona de máquinas*

- Se dispondrá de una zona para el sistema de filtrado y desinfección, bombeo, depósitos de compensación para la depuración del agua, esta deberá estar en las galerías de la piscina de esta manera si se localizan fugas se conocerá su procedencia, además las acometidas son subterráneas. Para este uso no es necesario mucho espacio pero si para las galerías y el control de fugas. Se estima una superficie de 40m<sup>2</sup>



## 5.2. Piscina cubierta.

Se toma una piscina cubierta cuando el aire se climatiza antes de la llegada a su interior.

Las piscinas cubiertas constan de las mismas zonas que las de al aire libre pero la distribución de estas varia y puede ocasionar cambios en la distribución.

### 5.2.1. Espacio útil para deporte

- Vaso de la piscina: el recipiente del agua debe constar de varias características específicas de un vaso polivalente al aire libre

DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS		VASOS POLIVALENTES			
		P1	P2	P3	P4
Longitud		25,00	25,00	50,00	50,00
Anchura		12,50	16,50	16,50	21,00
Profundidad	Mínima (1)	1,20	1,20	1,20	1,20
	Máxima	2,00	2,00	2,20	2,20
Nº calles		6	8	6/8	8
Ancho calles (m)		2,00	2,00	2,50 / 2,00	2,50
Bandas exteriores (m)		2 x 0,25	2 x 0,25	2 x 0,75 / 2 x 0,25	2 x 0,50
Uso		Entrenamiento, Competiciones locales y regionales niveles básicos			

*Tabla 4: Dimensiones y características de vasos polivalentes [4]*

- La pendiente del fondo será de entre el 2-6% medido sobre la pared a los muros frontales del vaso.
- La profundidad mínima tendrá 10mm de tolerancia en exceso
- Constará de bandas laterales de la mina de agua de 0.25m mínimo.
- El vaso tendrá cuatro caras paralelas dos a dos además de que sea perfectamente estanco y resistente, también constará de un escalón perimetral de descanso a una altura bajo el nivel del agua de 1.20m y de 0.10-0.15 m de espesor
- En las paredes de los extremos debe permitirse la instalación de placas de toque a 30cm sobre el agua.
- Se colocarán escaleras al interior de la piscina con una distancia entre ellas no superior a 20m y acceso a los discapacitados mediante elevadores manuales o hidráulicos o escalinatas.
- Las escalinatas no sobresaldrán del muro para evitar encontronazos y tendrán medidas normalizadas.
- La altura mínima desde la superficie de la playa o el agua al obstáculo más próximo debe ser de 4 metros.
- El revestimiento de las paredes de la piscina será de tal forma que sea impermeable y antideslizante: 24º clase C para bordillos rebosaderos y escaleras y de 12º clase A para los fondos.

- El pavimento exterior tendrá que ser antideslizante, seco y húmedo, por otro lado rugoso sin que cree heridas. 18ª clase B

- Las líneas de señalización serán:

LINEAS DE CALLES		
Ancho	mínimo	0,20 m
	recomendado	0,25 m ± 0,05
	máximo	0,30 m
Longitud	Vasos de 25 m	21 m
	Vasos de 50 m	46 m
Extremos	A 2 m ± 0,05 de los muros frontales del vaso con línea perpendicular de 1,00 m ± 0,05 de longitud y el mismo ancho	
Color	Oscuro contrastando con el del fondo del vaso	

Las líneas de llegada son las líneas de señalización de calles en los muros frontales, se trazarán conforme con la Norma Reglamentaria de Natación, en el centro de cada calle y con su eje central vertical. Serán continuas y se trazarán sobre los muros frontales y sobre los paneles de toque. La línea abarcará desde el borde del vaso (límite superior del muro vertical) hasta el fondo (límite inferior en su arista de encuentro con el plano del fondo). En esta línea se trazará una cruceta (línea perpendicular) de 0,50 m ± 0,05 de largo y situado su eje a 0,30 m ± 0,05 bajo la lamina de agua, véase figura **NAT – 8** de la citada la Norma Reglamentaria de Natación.

Se recomienda que las líneas de señalización tengan un ancho de 0,25 m y sean de color azul marino o ultramar sobre un fondo blanco crema o azul cielo.

*Tabla 5: Dimensiones líneas de calles [5]*

- El recinto de la piscina dispondrá de iluminación natural uniforme y con muros traslucidos que eviten el deslumbramiento del sol.
- La iluminación artificial dispondrá de 3 niveles de encendido

ILUMINACIÓN PISCINAS AL AIRE LIBRE		
NIVEL DE COMPETICIÓN	Iluminancia horizontal E med (lux)	Uniformidad E min / E med
Competiciones internacionales	1500	0,7
Competiciones nacionales, regionales, entrenamiento alto nivel (2)	500	0,7
Competiciones locales, entrenamiento, uso escolar y recreativo (2)	300	0,5

(1) En todo el ámbito de la piscina (vasos) resto 750 lux. (2) Valor mínimo medido sobre las plataformas de salida y los extremos de viraje: 600 lux

*Tabla 6: Condiciones de iluminación [6]*

- Se dispondrá de tomas en el vaso para la limpieza de fondos y dos desagües para su vaciado completo.
- El recinto de la piscina estará separado de todos los demás ya que consta de diferentes condiciones.
- La estructura debe ser resistente a los agentes ambientales como el cloro
- El material de revestimiento constará de materiales no oxidables e inalterables con la humedad.
- Las ventanas y huecos serán de doble vidrio para evitar condensación. Los que estén al alcance de usuarios serán laminados, de seguridad y resistentes a impactos.
- El recinto dispondrá de instalación de ventilación que realice una ventilación mínima de 9m<sup>3</sup>/hora y donde el calor del aire se deba recuperar.
- La climatización no debe producir ruidos molestos ni reverberar.

- El recinto dispondrá de asientos al menos 1 por cada 10m<sup>2</sup> de agua es decir 32 asientos, estos asientos serán bancos con capacidad para 5 personas cada uno.
- Playa: zona que rodea el vaso, debe tener varias características:
  - Las medidas de la playa que rodea el vaso debe tener unas medidas mínimas,
    - 3 metros mínimos desde la plataforma de salida
    - 2 metros mínimos en la cara contraria
    - 2 metros en los laterales.
    - Las playas tendrán una inclinación de 2% hacia una canaleta perimetral.
  - Se dispondrá de 4 duchas mínimo junto al acceso.
- Acceso: Lugar de entrada a la piscina
  - El acceso se hará desde el pasillo de pies descalzos a la playa, y se dispondrá de un espacio de duchas debidamente señalizado
  - La playa debe estar separado del resto de zonas de estancia o paso por elementos físicos, en caso de tenga una zona vegetal cercana deberá contar con pozos de agua con renovación continua y medidas mínimas de 2\*1.5\*0.1 metros.

#### 5.2.2. Espacios auxiliares

La piscina se considerará que esta al aire libre en la época del año que no sea desde mediados de junio hasta principios de septiembre, al tratarse de una época fría la cubierta de la piscina es necesaria la mayor parte del tiempo, así que la piscina se considerará como **piscina cubierta**

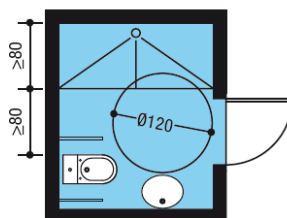
Las piscinas cubiertas deben constar de espacios útiles al deporte y espacios auxiliares los cuales marca el NIDE para piscinas polivalentes.

#### *Zona de vestuarios-aseos*

La zona de vestuarios-aseos es aquella que engloba zona de ducha, zona de baños y zona de cambio, las necesidades de estas zonas vienen marcadas en el NIDE.

- Aseos al mismo nivel que la piscina y uno para cada sexo.
- A los vestuarios se accederá desde la zona de pies calzados y se saldrá a la piscina desde la zona de pies descalzos.
- El aforo se marcará como 1persona/m<sup>2</sup> de lámina de agua, y cada persona ocupará 1m<sup>2</sup> en este caso al ser una piscina de 12.5x25m, es decir un espacio mínimo para vestuarios de 104.16m<sup>2</sup>.
- Será necesario una cabina al menos en cada vestuario de uso individual.
- La altura mínima de 2.80metros.
- Deberá disponer de bancos, de ancho de 0.4-0.45m y altura de 0.4m, y longitud mínima de 0.6m/usuario. Percheros a una altura de 1.65 metros y metálicos inoxidables.

- Cada vestuario dispondrá de una zona de duchas, de aseo y lavabos y de secado, cada una de estas pertinentemente separada.
- Se dispondrá de duchas de 1/20 usuarios 5 mínimo y se puede disponer de alguna que sea individual. Sus medidas serán de 0.9x0.9m y un pasillo de 0.8m entre duchas y 1 metro con pared.
- En la zona de aseos se dispondrá de cabinas de inodoros 2 mínimos con una anchura de 1 metro mínimo.
- Sobre los lavabos se dispondrá espejos inastillables y no tendrán pie.
- Se dispondrá de ventilación natural.
- Aristas estarán redondeadas y serán de materiales resistentes a la humedad.
- Las puertas de paso tendrán una anchura mínima de 0.8 metros de ancho y 2.1 metros de altura, en cabinas el ancho mínimo de 0.7m salvo en minusválidos que será de 0.8m.
- El espacio para personas con movilidad reducida deberá mantener mínimo las siguientes dimensiones



*Ilustración 7: Medidas vestuario personas diversidad funcional [7]*

#### *Zona de enfermería-botiquín.*

- Bien comunicado con el recinto de la piscina y fácil salida al exterior
- Dispondrá mínimo de: Lavabo, inodoro, ducha, espacio cambio de ropa, camilla, mesa y silla. Además de equipo de primeros auxilios.
- Una altura mínima de 2.8 metros.
- Se estima una superficie total de 15m<sup>2</sup>

#### *Zona de espectadores*

- Se cumplirá la norma Europea EN 13200-1:2003 "Criterios de diseño para los espacios para espectadores."
- Serán de fácil acceso para los espectadores.
- La anchura mínima de salida del graderío será de 1.2 metros.
- No se admiten plazas de espectadores de pie y las plazas tendrán las siguientes medidas: 0.85 metros de fondo (0.45m paso y 0.4m asiento) y una altura de entre 0.4-0.45m. Una altura de respaldo de 0.3m.
- Se debe diferenciar entre la zona de piscinas y graderíos.
- Debe ser accesible para personas con silla de ruedas, la zona debe tener al menos unas dimensiones de 1.2x1m y las rampas para llegar a estas debe tener entre 8% de pendiente máxima, el graderío tendrá iluminación artificial que no deslumbre a deportistas.

#### *Zona de máquinas*

- Se dispondrá de una zona para el sistema de filtrado y desinfección, bombeo, depósitos de compensación para la depuración del agua, esta deberá estar en las galerías de la piscina de esta manera si se localizan fugas se conocerá su procedencia, además las acometidas son subterráneas. Para este uso no es necesario mucho espacio pero si para las galerías y el control de fugas. Se estima una superficie de 40m<sup>2</sup>
- Se dispondrá de un espacio destinado para la climatización del aire este se recomienda que este en un lugar elevado. Se estima una superficie de 40m<sup>2</sup>
- Se dispondrá de una zona para la maquinaria encargada del desplazamiento de la cubierta. No necesita una gran superficie puesto que apenas ocupa lugar unos 20m<sup>2</sup>.

### 5.3. Resumen de superficies

Teniendo en cuenta las zonas que deberá tener la estructura se realiza una estimación de las zonas necesarias y las dimensiones de cada una de ellas. Además la disposición de las zonas debe cumplir las necesidades en los dos estados de la piscina abierta y cerrada.

Como las zonas que tienen comunes las dos piscinas requieren las mismas superficies se unifica todo en una misma tabla.

Zonas	Superficie requerida aproximada m <sup>2</sup>	Altura mínima m
Piscina + vaso	500	8 (con sótano)
Zona de Vestuarios	110	2.8
Zona de maquinas	100	3
Zona de espectadores	50	2.2
Zonas de paso	Según disposición.	2.8

*Tabla 7: Resumen superficies piscina ambos usos*

## 6. Requisitos del diseño

Los requisitos de diseño para la realización de la piscina cubierta condicionarán en gran parte la forma y estilo de la cubierta, además de la distribución de la estructura. Además deberá soportar las cargas y normas necesarias para la construcción.

Estos requisitos pueden separarse en tres puntos los marcados por el cliente, los marcados por la normativa y los del terreno y espacio.

### 6.1. Requisitos del cliente

- En cuanto a su uso la piscina deberá ser útil en verano como en invierno, en verano su uso será como piscina al aire libre y en invierno como piscina cubierta
- La cubierta de la piscina deberá ser cilíndrica con el fin de darle modernidad a la estructura.
- Serán necesarios unos nuevos vestuarios y una grada útil para ver competiciones y clases de natación.
- La estructura deberá tener únicamente lo necesario para cumplir normativa no serán necesarias más zonas.

### 6.2. Requisitos de la normativa

- Los requisitos debidos a normativa se redactan en el documento de pliego de condiciones y parte el punto 4 de normas y referencias de la memoria.

### 6.3. Requisitos de espacio y terreno

- El terreno consta de una piscina aunque esta necesite remodelación, por lo que la cubierta se colocará en sentido de esta
- La orientación de la piscina ya marca el sentido de la estructura de la cubierta, la cubierta debe apoyar en alguno de sus lados sobre la estructura de vestuarios.
- Puesto que el lugar pertenece a un complejo deportivo deberá adaptarse a su entorno perfectamente.
- Será necesaria una entrada al sótano por la que puedan entrar los depósitos

## 7. Análisis de soluciones

En este apartado se analizarán las diferentes posibilidades de la estructura además de la solución final, los puntos a analizar y destacar serán:

- Tipo de Cubierta
- Emplazamiento de la estructura vestuarios
- Zona de maquinaria
- Emplazamiento grada
- Tipo de fachada
- Emplazamiento iluminación
- Sistema de movimiento

### 7.1. Tipo de cubierta

El tipo de cubierta viene indicado por el cliente y debe ser cilíndrica, pero se debe tener en cuenta varios aspectos a la hora de realizar este tipo de estructuras.

- Radio de la cubierta
- Módulos que tendrá la cubierta
- Material y tipo de perfil
- Material de recubrimiento

Se tendrá en cuenta que la luz que debe cubrir será de alrededor de 22m y se tratará que sea lo más diáfana posible la estructura.

#### a. Radio de la cubierta

El radio de la cubierta marca varios factores en lo que ha distribución de cargas y estética se refiere, se puede apostar por una cubierta más pronunciada es decir de mayor altura o menor.

Cuanto mayor sea la altura de la cubierta, mayor será la estructura y más superficie ocupará en cambio cuanto menor sea más plana se verá el tipo de cubierta y las cargas no se trasladarán de la misma forma ya que perdería parte de su forma de arco.

#### b. Módulos que tendrá la cubierta

Los módulos de la cubierta afectan especialmente en dos factores el espesor de los raíles sobre los que deberán desplazarse y cuando esté abierta la cubierta el espacio que dejará cubierto.

Cuanto más módulos, menor espacio quedará cerrado cuando la piscina este abierta, pero mayor será el espacio que ocuparán por los raíles.

Cuanto menor sea el número de módulos menor el espacio para los raíles pero mayor será el espacio cubierto cuando esté abierta la piscina.

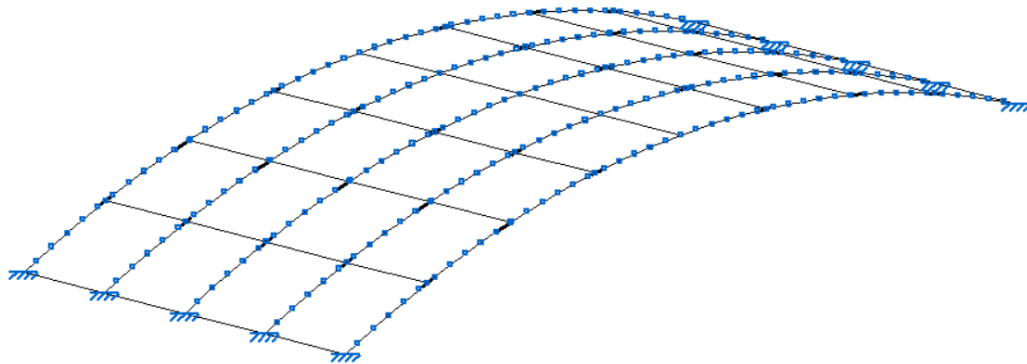
Se estima que la solución óptima es de 4 o 5 módulos.

c. Material y tipo de perfil

Los materiales que se puede utilizar para realizar este tipo de estructuras son tres: Aluminio, acero y madera, cada uno de estos tiene sus ventajas y desventajas:

- **Aluminio:** El tipo de perfil necesario será más grande para resistir las mismas cargas, además el precio será más alto, por otro lado la estructura pesará tres veces menos que una de acero.
- **Acero:** Los perfiles necesarios son mucho menores ya que su resistencia es mayor que la del aluminio o madera, además es mucho más barato, por otro lado es más pesado y deberá ser acero galvanizado por el tipo de condiciones a las que esta solicitado.
- **Madera:** Este tipo de cubiertas son muy estéticas pero los perfiles son muy grandes, además teniendo en cuenta que la piscina es de cubiertas móviles la altura total de la piscina será mayor. Lo que descarta esta opción desde un principio.

Por lo que para este tipo de construcciones se usarán perfiles metálicos ya que estos permiten crear grandes espacios libres que es lo que se necesita en este caso, además son de fácil montaje y manipulación.



*Ilustración 5: Estructura metálica módulo de cubierta.*

Las opciones para los tipos de perfiles usados serán

- IPE
- Rectangulares
- Circulares



d. Material de recubrimiento

El material con el que se recubrirá la estructura metálica puede ser traslucido u opaco o bien una mezcla de estos dos.

Todo dependerá de la cantidad de luz que se quiera dejar pasar a través de la estructura, la cantidad de luz deberá ser la suficiente para ver en el interior de la piscina claramente cuando sea de día y a la vez que no deslumbre a los usuarios de la piscina.

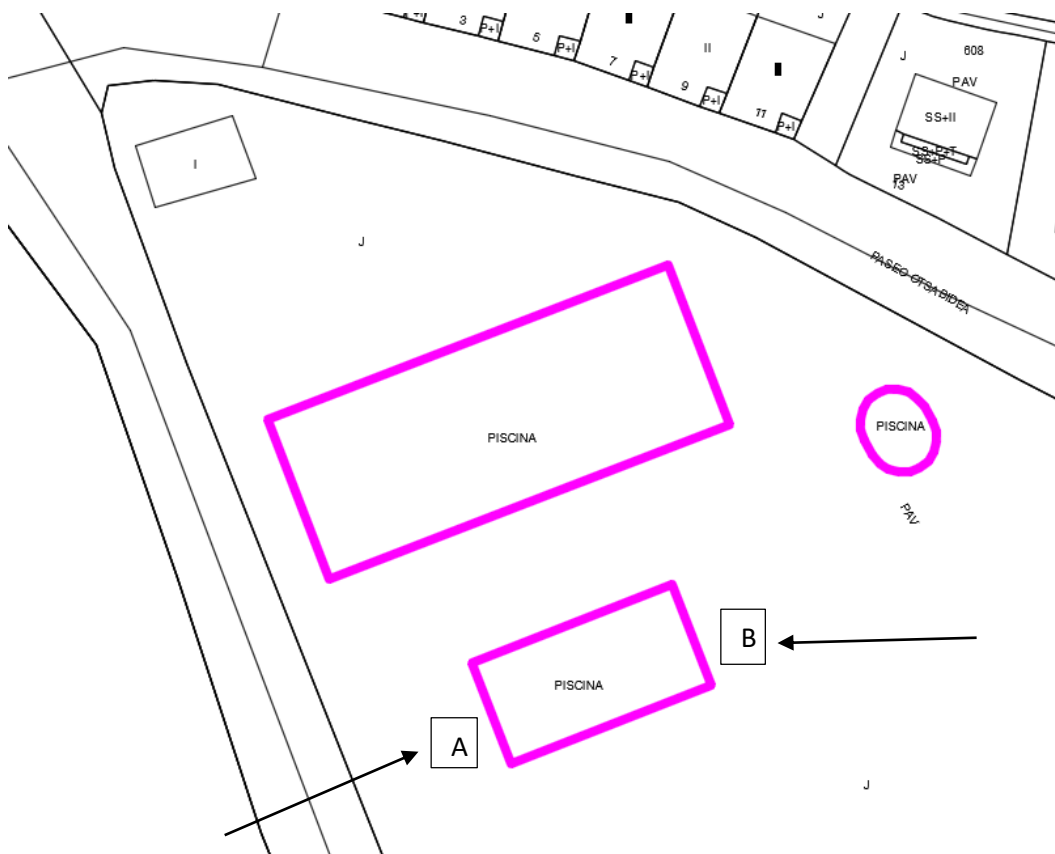
El material debe ser ligero y de fácil montaje además de que debe aguantar las cargas, por esto mismo se opta por el policarbonato, en el mercado se puede encontrar varios tipos de policarbonatos para la instalación en cubiertas:

- Policarbonato compacto: Alta resistencia a agentes químicos, transparente y ligero.
- Policarbonato acanalado: Este tipo de policarbonato no es muy adecuado para un tipo de cubiertas curvas. Pero aguanta mejor las cargas.
- Planchas 5V: Su instalación es muy sencilla pero estéticamente no son muy agradables para el tipo de cubierta que se está pensando.
- Celular: Es uno de los más utilizados para cubiertas curvas, además no es transparente lo que permite que no toda la luz pase a través de esta, además es resistente ante agentes químicos y es atractivo visualmente.

De igual forma se pueden encontrar cubiertas de metacrilato un material igual de ligero y características parecidas que el policarbonato pero menos resistente frente a golpes.

## 7.2. Emplazamiento estructura vestuarios

El emplazamiento de la estructura de hormigón encargada de albergar los vestuarios puede situarse en dos lugares indicados en la imagen.



### 7.3. Zona de maquinaria y graderío

Ya que hay un espacio sobrante para otro piso en la zona superior podrá ser utilizado con el fin de graderío o albergar la zona de maquinaria para climatizar la piscina

La zona de depuración de agua y acometidas se encuentra en la galería que rodea la piscina, esta deberá tener la capacidad suficiente para albergar esta.

Se analizan dos posibilidades la de poner el graderío en la zona superior de los vestuarios o al lado de la piscina, y la zona de climatización en la zona superior de los vestuarios o en una parte de los vestuarios reduciendo el espacio útil.

**Opción 1:** Graderío en la parte superior y zona de climatización donde vestuarios.

Esta opción permite a los usuarios del graderío observar perfectamente el desarrollo de las actividades y que la luz de la cubierta sea algo menor ya que las gradas no están a un lado.

En cambio complica mucho la distribución de vestuarios y sería necesario un ascensor, además la zona de calefacción estaría a la altura del suelo y esto supondría una complicación a la hora de calefactor la piscina y hacer frente a los ruidos.

**Opción 2:** Zona de máquinas zona superior y graderío lado de la piscina.

Esta opción permite eliminar la necesidad de ascensores y mejora la distribución de zonas y la circulación de usuarios, además permite que la zona de maquinaria de calefacción este en una zona alta con las ventajas que esto acarrea como menor ruido.

Como desventaja al estar el graderío en un lado y no estar a una altura considerable la visión será algo peor, por otra parte la luz del arco será algo superior para mantener la distancia necesaria de pasillo de la piscina.

#### 7.4. Tipo de fachada

La fachada exterior se dividirá en dos partes según la estructura a la que pertenezca será más conveniente una opción u otra.

En la estructura que pertenece a la piscina se puede optar por tipos de fachada: acristalada para darle luz y claridad y una fachada cubierta exterior de madera o un revestimiento de piedra. En cuanto a la fachada de vestuarios se puede optar por dos tipos, seguir la de madera de la zona de la piscina o seguir la del revestimiento de piedra.

Revestimiento madera: Es susceptible a los cambios de temperatura, humedad y radiación. Fácil colocación.

Revestimiento de ladrillo: Buen aislamiento térmico, acústico, bueno contra la humedad y duradero.

#### 7.5. Emplazamiento de la iluminación

En las piscinas cubiertas es importante la iluminación ya que esta no debe deslumbrar a los usuarios mientras practican sus actividades, por otro lado la iluminación debe cumplir varias características tal y como marca el NIDE. En las cubiertas móviles hay varias formas de colocar la iluminación las cuales se analizarán y se seleccionará la mejor de ellas pero no se llevará a cabo la instalación en este proyecto.

Las opciones principales son:

- Opción 1: iluminación lateral en las vigas en las cuales se encuentran los raíles, este sistema es el más sencillo pero la distribución no es de la más uniformes.
- Opción 2: Iluminación mediante focos exteriores, este tipo de iluminación es muy utilizada en campos de futbol mediante altos focos exteriores.
- Opción 3: Iluminación en las cubiertas, la iluminación está colgada en las cubiertas pero en este caso al ser una cubierta móvil puede surgir que al abrir la cubierta se choquen unas con otras por lo que debe estar entre la altura de los perfiles, además el sistema eléctrico debe desplazarse con la cubierta, pese a estos inconvenientes es el que ilumina más uniformemente.

#### 7.6. Sistema de movimiento

Pese a que en el presente proyecto no se diseñará el sistema de movimiento de la cubierta se debe tener en cuenta su existencia a la hora de realizar los planos, la cubierta debe ir anclada a algún sistema el cual permita su traslación de forma longitudinal. En este caso se barján dos opciones:

- Opción 1: Sistema el cual mediante un motor y un sistema de cremallera la cubierta más pequeña empuje a las demás hasta su completa apertura y la cubierta se traslade mediante unas ruedas apoyadas en una viga.
- Opción 2: Cada cubierta dispondrá de su propio motor que lo mueva hasta la posición deseada a través de una viga.

## 8. Solución final

### 8.1. Soluciones adoptadas

**Tipo de cubierta:** Se opta por un tipo de cubierta cilíndrica no muy pronunciada de esta manera no será muy alta la estructura y no sobresaldrá respecto al entorno.

El número óptimo de módulos finalmente serán 4 de esta forma la cubierta cuando esté abierta únicamente tapará hasta la primera escalera de la piscina dejando el resto abierto.

La estructura finalmente se ha optado por perfiles IPE curvos y perfiles rectangulares que unan estos arcos entre si soldados. Serán perfiles de acero galvanizado ya que hay evidencias de otras piscinas donde este tipo de material ha sido útil como por ejemplo en la piscina de Randwick en Australia o en los baños termales de Bad Colberg en Alemania [8] donde el galvanizado después de 30 años no había sufrido corrosión, además el acero galvanizado puede pintarse sin problemas no como el aluminio o madera.

En cuanto al recubrimiento puesto que no se desea que la luz pase completamente se opta por láminas de policarbonato celular. Este tipo de policarbonato puede curvarse siempre y cuando los radios de curvatura no excedan un límite.

El distribuidor "Pal plastic" suministra placas de policarbonato celular con perfiles curvos expresamente para este tipo de estructuras que se adapta a las necesidades.

Se selecciona un grosor de policarbonato de 16mm que es apto para el tipo de cargas a las que estará sometida.

### Gama colores standard



Ilustración 7: Cubierta policarbonato celular [9]

La distancia entre centros no será mayor a 1.2m y distancia entre correas no mayor de 2.5m para asegurar las placas de policarbonato

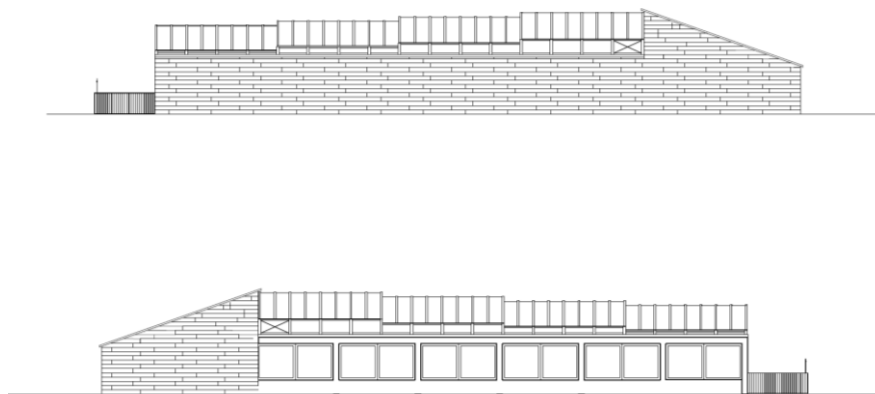


Ilustración 8: Cubiertas piscina

**Emplazamiento vestuarios:** Se opta por la posición B en la que los usuarios no tengan que recorrer más distancia para llegar a los vestuarios, además conecta con el camino que ya está construido y deja el sitio suficiente para las demás piscinas.

**Zona de maquinaria y graderío:** Se opta por un graderío apartado y no en el piso superior, de esta forma se evita necesidad de ascensor y aunque una parte del piso superior no sea necesaria se podrá utilizar como almacén a parte del uso como zona de máquinas de calefacción, por otro lado la situación de la máquinas de bombeo de agua se encuentra en el sótano de la piscina.

**Tipo de fachada:** Por razones de entorno se opta por un revestimiento exterior de piedra en vez de madera, ya que esta puede pudrirse por la humedad y corrosión del cloro.

Por otra parte se dispondrá de una pared lateral acristalada en el lado de la otra piscina ya que al haber zonas verdes con maleza entre los dos la gente no pasará de uno a otro por la ventana, en cambio la otra pared se opta porque sea parte de esta sin cristaleras ya que esta el graderío y otra parte con cristaleras aquella a la que no llega el graderío.

En cambio el lado contrario a la zona de vestuarios dispondrá de puertas para acceder a esta con unas duchas y foso tal y como marca la normativa.

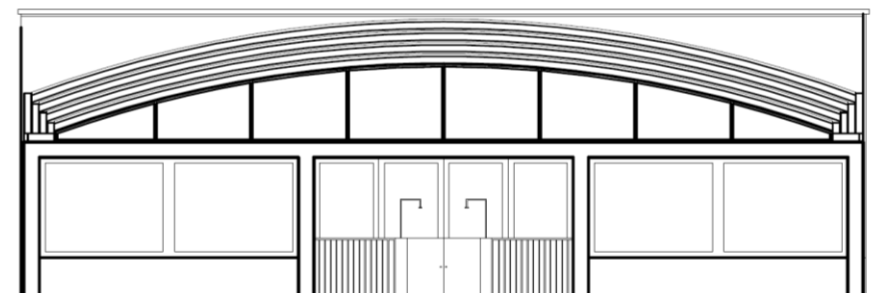


Ilustración 9: Frontal piscina

**Iluminación:** Se opta por la tercera opción aquella que aunque sea algo más costosa es la que mejor iluminará el recinto.

**Sistema de movimiento:** Se opta por el primero el cual empujará a las demás cubiertas, ya que no se trata de una piscina de luces más superiores como podría pasar en una piscina olímpica puede llevarse a cabo este sistema como ya se hace en otras del mismo estilo.

## 8.2. Superficies de las soluciones adoptadas

Zonas	Superficie requerida aproximada m <sup>2</sup>	Altura mínima m	Superficie final m <sup>2</sup>	Altura final m
Piscina + vaso	500	8 (con sótano)	683.3	9.76
Zona de Vestuarios	110	2.8	127.8	2.95
Zona de maquinas	100	3	99.38	3.8
Zona de espectadores	50	2.2	54.66	2.35
Zonas de paso	Según disposición.	2.8	61.16	2.95
Total			1090.11	

*Tabla 8: Superficies finales*

Como se muestra en la tabla 8 las superficies en planta se adaptan correctamente a las estimadas y las alturas son superiores a lo que marca la normativa.

Por lo que finalmente el diseño planteado se adapta a las necesidades de los usuarios de la piscina y a las del cliente.

## 9 Bibliografía y referencias

- [1] Situación del municipio de Puente la Reina [online]. Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Puente\\_la\\_Reina#/media/File:Navarra\\_-\\_Mapa\\_municipal\\_Puente\\_la\\_Reina.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Puente_la_Reina#/media/File:Navarra_-_Mapa_municipal_Puente_la_Reina.svg) (mayo de 2017).
- [2] Cédula parcelaria puente la reina cécula: 310000000002303331PG [online]. Recuperado de: <https://catastro.navarra.es/cedula/20601004300000False.pdf> (Mayo de)
- [3] Foto piscina, elaboración propia [mayo de 2017]
- [4] R.R. Eneriz, L.E. Echarri, N.M. Zubillaga. J.L. M. Ochoa y A.S. Erro Manual básico de instalaciones deportivas de la comunidad foral de Navarra, tabla características y dimensiones de vasos polivalentes. Recuperado de: [https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/D479574B-C413-4050-AE66-1489823DD1DF/123727/Manualdeinstalaciones\\_opt1.pdf](https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/D479574B-C413-4050-AE66-1489823DD1DF/123727/Manualdeinstalaciones_opt1.pdf) (Mayo de 2017)
- [5] R.R. Eneriz, L.E. Echarri, N.M. Zubillaga. J.L. M. Ochoa y A.S. Erro. Manual básico de instalaciones deportivas de la comunidad foral de Navarra, tabla líneas de calles piscinas Recuperado de: [https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/D479574B-C413-4050-AE66-1489823DD1DF/123727/Manualdeinstalaciones\\_opt1.pdf](https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/D479574B-C413-4050-AE66-1489823DD1DF/123727/Manualdeinstalaciones_opt1.pdf) (Mayo de 2017)
- [6] R.R. Eneriz, L.E. Echarri, N.M. Zubillaga. J.L. M. Ochoa y A.S. Erro. Manual básico de instalaciones deportivas de la comunidad foral de Navarra, tabla requisitos mínimos iluminación Recuperado de: [https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/D479574B-C413-4050-AE66-1489823DD1DF/123727/Manualdeinstalaciones\\_opt1.pdf](https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/D479574B-C413-4050-AE66-1489823DD1DF/123727/Manualdeinstalaciones_opt1.pdf) (Mayo de 2017)
- [7] R.R. Eneriz, L.E. Echarri, N.M. Zubillaga. J.L. M. Ochoa y A.S. Erro. Manual básico de instalaciones deportivas de la comunidad foral de Navarra, imagen vestuarios personas diversidad funcional. Recuperado de: [https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/D479574B-C413-4050-AE66-1489823DD1DF/123727/Manualdeinstalaciones\\_opt1.pdf](https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/D479574B-C413-4050-AE66-1489823DD1DF/123727/Manualdeinstalaciones_opt1.pdf) (Mayo de 2017)
- [8] Editor: Reed Business Information Piscinas de siglo XXI Revista de construcción, mantenimiento y equipos de piscinas, spas y saunas Septiembre/octubre 2004 Recuperado de: [https://books.google.es/books?id=QWiFrPB5oC&pg=PT84&lpg=PT84&dq=cloro+ambiente+piscinas+estructura&source=bl&ots=ZC25u2Nfvg&sig=arQZgeVpc8nPnAtTtx1mCHZo\\_NU&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjy1L63o-jTAhUPYIAKHTKXCM0Q6AEIXzAM#v=onepage&q=cloro%20ambiente%20piscinas%20estructura&f=false](https://books.google.es/books?id=QWiFrPB5oC&pg=PT84&lpg=PT84&dq=cloro+ambiente+piscinas+estructura&source=bl&ots=ZC25u2Nfvg&sig=arQZgeVpc8nPnAtTtx1mCHZo_NU&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjy1L63o-jTAhUPYIAKHTKXCM0Q6AEIXzAM#v=onepage&q=cloro%20ambiente%20piscinas%20estructura&f=false) (Mayo 2017)



- [9] PlaPlastic Plásticos para la construcción, industria y agricultura, catalogo. Recuperado de: [http://www.palplastic.es/defaultcont.php?idmodelo=4&idtipocontenido=83&id=128&\\_pagi\\_pg\\_ant](http://www.palplastic.es/defaultcont.php?idmodelo=4&idtipocontenido=83&id=128&_pagi_pg_ant) (Mayo 2017)
- [10] Documento básico seguridad estructural acciones sobre la edificación, Abril de 2009 Recuperado de: <https://www.codigotecnico.org/> (Mayo 2017)
- [11] Ministerio de fomento del Gobierno de España, Norma de construcción sismoterrestre: Parte general y edificación NSCE-02. Recuperado de: <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web/handlers/pdfhandler.ashx?idpub=B0222> (Mayo 2017)
- [12] Ramón Argüelles Álvarez. Estructuras de acero. Cálculo. Segunda Edición. (2005).
- [13] Código técnico de la edificación, instrucción de hormigón estructural EHE-08. Recuperado de: <https://www.codigotecnico.org/> (Mayo 2017)

X

---

Ander Oroz Arbizu  
Estudiante grado Ingeniería mecánica

X

---

Firmante

20 de Junio de 2017



## II. Anexo I: Cálculos y diseño de la estructura



## Índice de cálculos

1.	Cálculo de acciones sobre cubierta .....	1
1.1.	PP-Peso Propio .....	2
1.2.	SU-Sobrecarga de uso .....	3
1.3.	N-Nieve.....	4
1.4.	V-Viento.....	5
1.5.	Sismos.....	9
2.	Datos característicos de la cubierta .....	10
3.	Hipótesis de cargas sobre cubierta .....	14
3.1.	Hipótesis de carga: huecos a barlovento y cubierta cerrada .....	16
3.2.	Hipótesis de carga: huecos a sotavento y cubierta cerrada .....	22
3.3.	Hipótesis de carga: sin huecos y cubierta cerrada .....	25
3.4.	Hipótesis de cargas: sin huecos y cubierta abierta. ....	28
4.	Acciones sobre estructura de hormigón .....	32
4.1.	CM- Cargas muertas sobre estructura .....	33
4.1.1.	Por la cubierta .....	33
4.1.2.	Graderío .....	33
4.2.	PP- Peso Propio estructura de hormigón y características .....	34
4.3.	SU- Sobrecarga de uso .....	36
4.4.	N-Nieve.....	36
4.5.	V-Viento.....	37
4.6.	Empuje de tierras .....	37
5.	Hipótesis de carga sobre estructura de hormigón.....	38
5.1.	Hipótesis con huecos a barlovento .....	39
5.2.	Hipótesis sin huecos cubierta abierta .....	43
5.3.	Hipótesis de viento de forma longitudinal a la cubierta .....	46
5.4.	Resultados hipótesis.....	48
6.	Comprobación piscina.....	49
7.	Comprobación uniones .....	51
7.1.	Unión soldada entre correas y arco .....	51
7.2.	Unión soldada viga HEB y perfil IPE.....	53
7.3.	Unión pilar HEB con sistema de movimiento.....	54

## 1. Cálculo de acciones sobre cubierta

El primer paso a la hora de realizar el cálculo de la estructura será ver qué acciones afectan a la cubierta móvil y posteriormente trasladar las reacciones de la cubierta a la estructura de hormigón.

Las cargas a tener en cuenta vendrán indicadas por el Código Técnico de la edificación. En el DB SE-AE (Documento básico de seguridad estructural. Acciones en la edificación.)

### **Cargas a tener en cuenta sobre la cubierta según CTE**

- **Peso Propio (PP):** De la estructura metálica vendrá definido por el tipo de perfil y la cubierta de policarbonato
- **Sobrecarga superficial de uso (SU):** Esta carga es debida a razón de uso personas o acumulación de materiales.
- **Nieve (N):** Debida a la acumulación de nieve.
- **Viento (V):** Carga debida a la presión ejercida por el viento.
  - Interiores: Debido a que es una construcción diáfana y con huecos
  - Exteriores debida a la presión del viento.
- **Acciones sísmicas:** Debidas a movimiento sísmicos

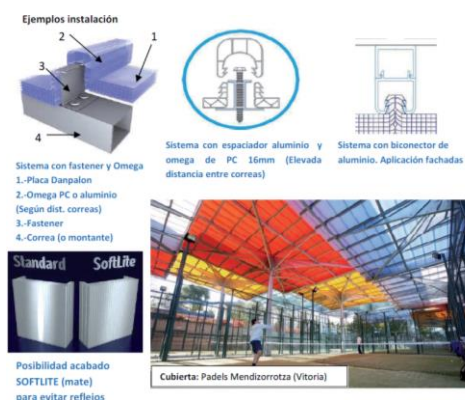
### 1.1. PP-Peso Propio

En primer lugar el peso propio del perfil lo dimensionará el programa de cálculo CYPE según las acciones a las que estará sometida la estructura por lo que su peso no es relevante en estos momentos. Lo que sí se puede elegir es la forma y material de estos además de sus coeficientes de minoración y mayoración.

Para la estructura del arco se selecciona un perfil IPE de acero inoxidable con características:

- Acero inoxidable S-275
- Luz 22 metros
- Distancia entre arcos 2.16m
- Radio 3 metros

Se debe tener en cuenta el peso propio de los paneles de policarbonato el peso de estos es de se han seleccionado paneles curvos de la marca Pal Plastic:



*Ilustración 10: Cubierta policarbonato [9]*

El peso será de  $0.046 \text{ KN/m}^2$ . Si se le añade el peso debido a la perfilaría e iluminación que debe aguantar la estructura un total de  $0.06 \text{ KN/m}^2$ .

## 1.2. SU-Sobrecarga de uso

En este caso la cubierta es sólo accesible para conservación es decir del grupo G Tal como indica la tabla 3.1 del DB-SE-AE

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)</sup> <sup>(6)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Tabla 9: Valores característicos de las sobrecargas de uso [10]

El problema es que es una cubierta circular y su inclinación es variable por esto mismo se tomará el peor caso, es decir como una cubierta con una inclinación de 0° en la punta de su arco es decir 1kN/m<sup>2</sup>.

De esta forma se analizará la estructura por el lado de la seguridad.



### 1.3. N-Nieve

La sobrecarga de nieve  $q_n$  se calcula según indica el CTE

$$q_n = s_k * \mu \quad (1)$$

$s_k$ = Valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal

$\mu$ = Coeficiente de forma de la cubierta.

El valor característico de la sobrecarga de nieve viene indicado en las capitales de provincia en el CTE al tratarse de una piscina en Puente la Reina se tomará el lugar más cercano a este pueblo es decir Pamplona que tiene un altitud de 450m y sobrecarga de nieve de 0.7KN/m<sup>2</sup>.

**Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas**

Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas-	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	tián/Donostia	0	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Santander	1.000	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Segovia	10	0,2
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Lugo	380	0,6	Sevilla	1.090	0,2
Burgos	860	0,6	Logroño	470	0,7	Soria	0	0,9
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tarragona	0	0,4
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Tenerife	950	0,2
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Teruel	550	0,9
Ciudad Real	640	0,6	Orense / Ourense	130	0,2	Toledo	0	0,5
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,4	Valencia/València	690	0,2
Coruña / A Coruña	0	0,3	Palencia	740	0,5	Valladolid	520	0,4
Cuenca	1.010	0,4	Palma de Mallorca	0	0,4	Vitoria / Gasteiz	650	0,7
Gerona / Girona	70	1,0	Palmas, Las	0	0,2	Zamora	210	0,4
Granada	690	0,4	Pamplona/Iruña	450	0,7	Zaragoza	0	0,5
		0,5				Ceuta y Melilla		0,2

Tabla 10: Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas [10]

El coeficiente de forma viene indicado para cubiertas con una inclinación regular, en este caso se tomará el peor caso una inclinación de 0º donde el coeficiente de forma es de 1 SE-AE-12

- En un faldón limitado inferiormente por cornisas o limatesas, y en el que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve, el coeficiente de forma tiene el valor de 1 para cubiertas con inclinación menor o igual que 30º y 0 para cubiertas con inclinación de mayor o igual que 60º (para valores intermedios se interpolará linealmente). Si hay impedimento, se tomará  $\mu = 1$  sea cual sea la inclinación.

#### 1.4. V-Viento

El viento al contrario que las demás cargas es una presión que actúa perpendicularmente a la superficie y no en dirección de la gravedad.

Se calcula mediante la formula

$$q_e = q_b * c_e * c_p \quad (2)$$

**Q<sub>e</sub>:** Presión estática

**Q<sub>b</sub>:** Presión dinámica del viento

**C<sub>e</sub>:** coeficiente de exposición que varía con la aspereza del terreno y altura

**C<sub>p</sub>:** Coeficiente eólico o de presión depende de la orientación del viento y superficie sobre la que actúa

El valor de la presión dinámica se determina según la localización del edificio, en este caso en Puente la Reina por lo que es de la zona C y  $q_b = 0.52 \text{ kN/m}^2$ .

- 4 El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1. El de la presión dinámica es, respectivamente de  $0,42 \text{ kN/m}^2$ ,  $0,45 \text{ kN/m}^2$  y  $0,52 \text{ kN/m}^2$  para las zonas A, B y C de dicho mapa.

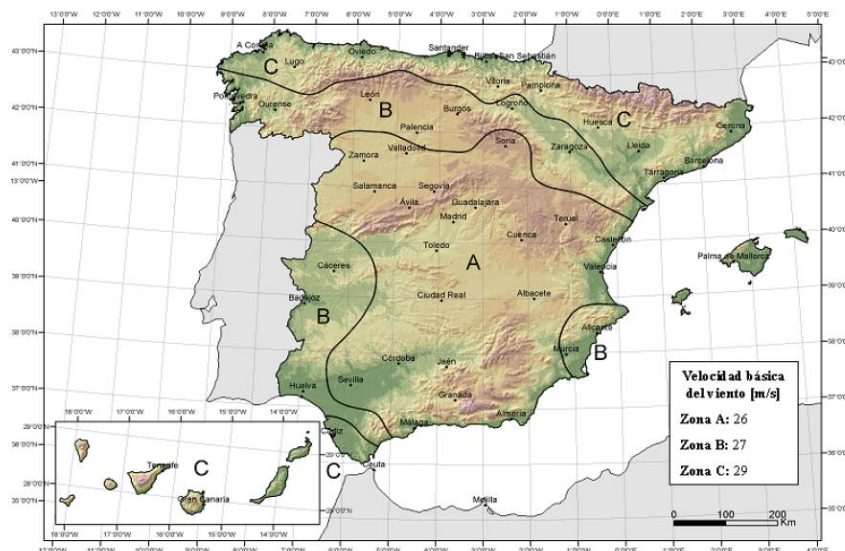


Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento,  $v_b$

Ilustración 11: Valores básicos de la velocidad de viento [10]

El coeficiente de exposición viene determinado en la tabla 3.4 del CTE donde toma la altura del punto considerado como la altura media de la estructura en nuestro caso se toma la de 6 metros y un grado de aspereza III puesto que el entorno tiene árboles y unas gradas del campo de fútbol cercanas

### 3.3.3 Coeficiente de exposición

- 1 El coeficiente de exposición tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno. Su valor se puede tomar de la tabla 3.4, siendo la altura del punto considerado la medida respecto a la rasante media de la fachada a barlovento. Para alturas superiores a 30 m los valores deben obtenerse de las expresiones generales que se recogen en el Anejo D. Para paneles prefabricados de gran formato el punto a considerar es su punto medio.
- 2 En el caso de edificios situados en las cercanías de acantilados o escarpas de pendiente mayor de 40°, la altura se medirá desde la base de dichos accidentes topográficos. Este Documento Básico sólo es de aplicación para alturas de acantilado o escarpa inferiores a 50 m.
- 3 A efectos de grado de aspereza, el entorno del edificio se clasificará en el primero de los tipos de la tabla 3.4 al que pertenezca, para la dirección de viento analizada.

**Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición  $c_e$**

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
<b>I</b> Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
<b>II</b> Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
<b>III</b> Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
<b>IV</b> Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
<b>V</b> Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

*Tabla 10: Valores coeficientes exposición [10]*

En conclusión el valor será de 2,0

El coeficiente eólico en este tipo de construcción puede variar de muchas formas lo que provocará varios casos

Puede estar la piscina completamente cerrada por lo que no tenga influencia de huecos y solo se deba tener en cuenta las presiones exteriores

La piscina puede tener huecos puesto que los ventanales estén abiertos y generar presiones interiores el peor caso sería aquel donde todos los ventanales de una fachada estén abiertos y los demás cerrados.

-Cálculo coeficiente presión exterior

Se trata de una cubierta cilíndrica por lo que se acudirá a la tabla D.12 del Documento Básico SE-AE

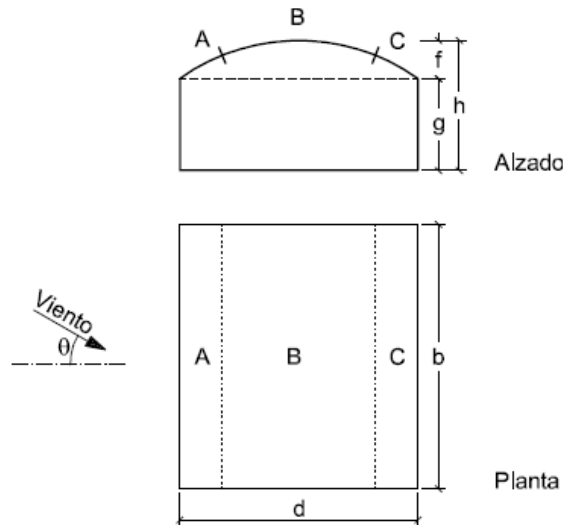


Ilustración 12: Zonificación cubiertas cilíndricas [10]

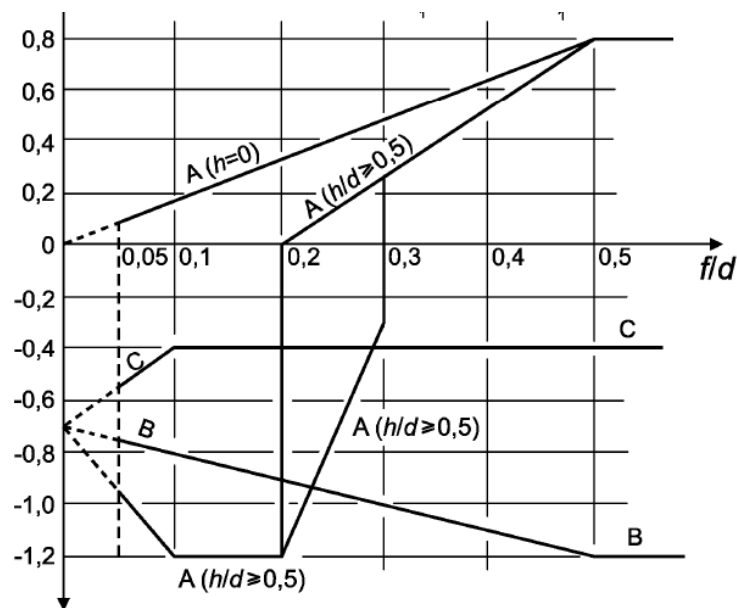


Ilustración 13: Coeficientes presión exterior en cubierta cilíndrica [10]

$$f = 280\text{cm}$$

$$g = 320\text{cm}$$

$$d = 2200\text{cm}$$

El CTE estipula que la longitud de los tramos en el arco son  $A=2B=C$

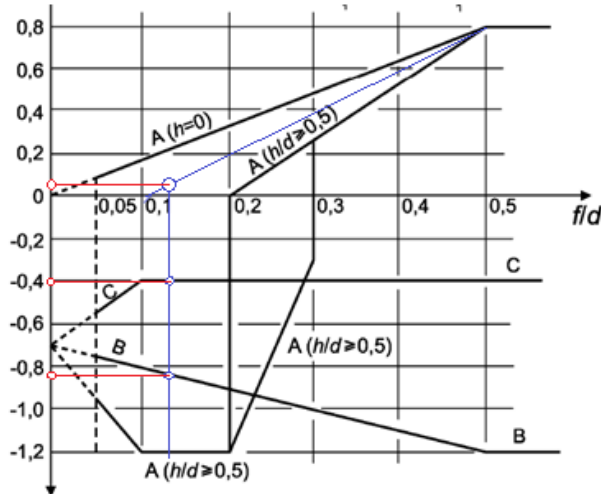
$$\frac{f}{d} = 0.127$$

$$\frac{g}{d} = 0.145$$

$$\frac{h}{d} = 0.273$$

Si interpolamos en la siguiente tabla se obtienen el valor de la recta.

$$\frac{0.5 - 0}{0.2 - 0} = \frac{0.273 - 0}{X - 0} \quad X = 0.109$$



Zona	Cpe <sub>10</sub>
A	0.05
B	-0.85
C	-0.4

Ilustración 14: Coeficientes presión exterior en cubierta cilíndrica [8]

-Cálculo coeficiente presión interior

Lo primero será calcular la esbeltez del plano paralelo al viento en este caso el CTE define la esbeltez de un edificio en el Documento Básico SE-AE en el anejo A como la altura entre el fondo en la dirección del viento.

En el caso del edificio de la cubierta la altura es variable pero siempre menor que 1.

Esto nos exige introducir dos nuevos casos de carga

- Huecos a barlovento: El hueco en el lugar de succión es 0 y el área total de huecos del edificio 1. Por lo que el valor será de 0.7 KN/m<sup>2</sup>
- Huecos a sotavento: El hueco en el lugar de succión es 1 y el área total de huecos del edificio es el mismo que el de sotavento por lo que el valor será de -0.5 KN/m

Tabla 3.6 Coeficientes de presión interior

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Área de huecos en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
≤1	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5
≥4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3

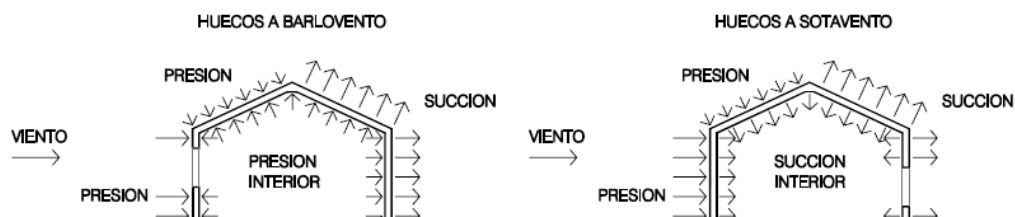


Ilustración 15: Presiones interiores ejercidas en construcciones diáfanas [10]

## 1.5. Sismos

En la norma de construcción sismo terrestre (NCES-02) [11] se puede encontrar cuando es necesario el análisis de la acción de sismos, en el caso de Puente la Reina/ Gares en los valores del anexo 1 de la misma norma los valores de la aceleración básica sísmica ( $a_b$ ) y el coeficiente de contribución ( $k$ ) son de 0.04g y 1 respectivamente.

Puesto que no se trata de un edificio de uso primario pero si generar daños económicos este tipo de construcción entraría en la categoría de importancia normal.

Tal y como se indica en el punto 1.2.3 al tener un valor de aceleración básica sísmica menor de 0.08g y no tratarse de una edificación de más de 7 plantas no es necesaria su aplicación puesto que se trata como si la combinación del resto de acciones fuera peor a la del propio sismo.

## RESUMEN

En la siguiente tabla se muestran el resumen de las acciones en  $\text{KN/m}^2$  que afectará a las estructura de la cubierta.

Tipo de carga		Valor ( $\text{KN/m}^2$ )
Peso propio		Pefil+0.06(paneles)
Sobrecarga uso		1.00
Nieve		0.70
Viento	Zona A	0.05
	Zona B	-0.85
	Zona C	-0.40
Huecos	Barlovento	0.7
	Sotavento	-0.5

*Tabla 11: Resumen valor de cargas*

Las cargas superficiales se repartirán en forma de cargas lineales en los montantes que juntan los arcos los cuales serán rectangulares. La separación entre los arcos de cada módulo dependerá del número de montantes y lo que exija las acciones.

## 2. Datos característicos de la cubierta

### Características del material

El material de la estructura estará solicitado a un ambiente corrosivo lo que significa que debe no solo ser únicamente de acero, debe tener un tratamiento de galvanizado para evitar la corrosión.

Las características del acero serán:

Normas de acero laminado: CTE DB SE-A

Acero laminado: S275

### Perfiles

El perfil del arco seleccionado para esta estructura es un perfil IPE por su relación peso/resistencia, precio y maniobrabilidad.

Para las correas el perfil seleccionado es uno rectangular, la distancia entre correas debe ser una distancia tal que respete dos puntos esenciales:

- Darle suficiente rigidez a la estructura para que no pandee el arco y arriostrar longitudinalmente los arcos.
- Permita que las placas de policarbonato queden suficientemente unidas a la estructura y no fallen ya que los perfiles de las placas irán sobre las correas

Las correas no estarán apoyadas en los perfiles de los arcos sino directamente soldados en el alma de los perfiles IPE, de esa forma no se gana altura.

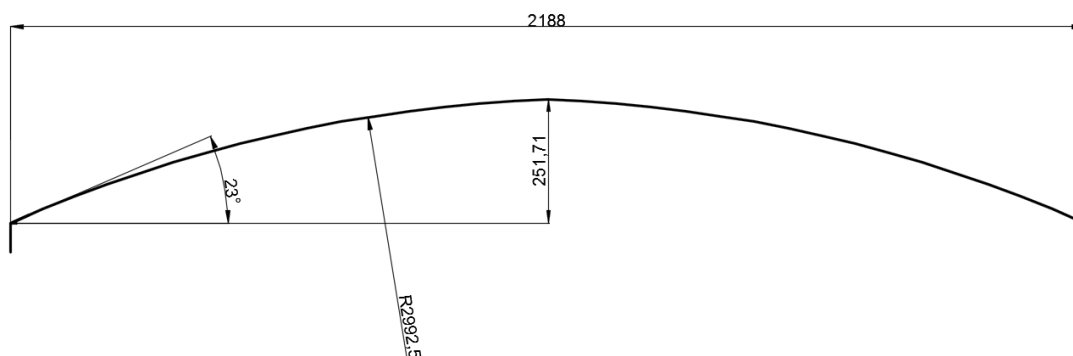
Por otro lado serán necesarios perfiles HEB que aguantan muy bien la compresión mejor que los IPE, estos perfiles se soldarán a los IPE y serán los que vayan a los raíles por los que deslizará la cubierta.

### Arriostramientos

Se arriostrarán longitudinalmente los dos primeros arcos de cada módulo mediante cruces de San Andrés y de esa forma darle a la estructura estabilidad.

Por otro lado los módulos más grandes será necesario arriostrarlos lateralmente ya que se alcanzan sobre los demás.

### Características del arco mayor



*Ilustración 16: Dimensiones del arco croquizadas*

Las medidas corresponden a la línea central del arco del arco mayor.

La distancia entre arcos deberá ser una la cual permita optimizar la relación entre tamaño de perfiles y número de arcos del módulo, se ha optado por una distancia de 2.16m una distancia obtenida de la experiencia al ver otro tipo de cubiertas de las mismas características con esta distancia serían necesarios 5 arcos por módulo.

La altura del perfil donde apoyará los arcos se estima de 0.7m en el arco más grande.

Se estima 20cm de rail para el cálculo una distancia obtenida de la experiencia de otras piscinas. Este puede sufrir cambios tras el cálculo de la cubierta.

Por otro lado para este tipo de cubiertas es importante la flecha, al tratarse de una cubierta de uso público la flecha máxima según marca el CTE es de  $L/300=21880/300= 73\text{mm}$  de flecha máxima.



## Pandeo

En este tipo de estructuras el pandeo es un gran punto a valorar, más tratándose de un perfil IPE que pandea más fácil que uno rectangular.

En lo que se refiere al pandeo el arco puede pandear de dos formas

1-Pandeo lateral, si no cuenta con apoyo transversal.

2-Pandeo en el plano, si su sección es muy esbelta.

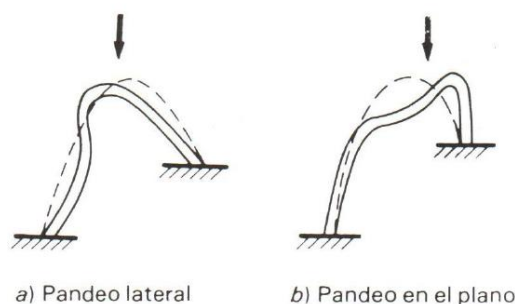


Ilustración 17: Forma pandeo en arco

La elección del coeficiente de pandeo beta en arcos es una elección complicada y hay amplios estudios sobre este tema los cuales llevan a diferentes métodos para su cálculo, por eso se seguirá las indicaciones que marca el libro [12]

- a) La norma DIN 1052 define, también para arcos de sección constante, la longitud de pandeo en el plano del arco mediante la siguiente expresión:

$$I_k = 1,25 \cdot \{s/2\} \quad (C.19)$$

$s$  longitud total del arco, figura C.7.a.

Esta expresión es válida, sin distinguir entre arco biarticulado o triarticulado, para valores de  $f/l$  que cumplan la relación siguiente:

$$0,15 \leq f/l \leq 0,5$$

Para mayor precisión puede usarse la expresión:

$$I_k = \beta \cdot \{s/2\} \quad (C.20)$$

$s$  longitud total del arco, figura C.7.

$\beta$  coeficiente que depende del tipo de arco y de la relación  $f/l$ . Sus valores se dan a continuación en la tabla C.7.

$f/l$	0,05	0,20	0,30	0,4	0,50
trarticulado	1,2	1,16	1,13	1,19	1,25
biarticulado	1	1,06	1,13	1,19	1,25
biempotrado	0,7	0,72	0,74	0,75	0,76

Tabla C.7. Coeficientes  $\beta$  de pandeo en su plano de arcos de sección constante.

Ilustración 18: Selección pandeo en arco [12]

Se trata el arco como un arco biempotrado que absorberá los momentos en su base. Introduciendo la altura del arco y la luz del arco se haya el coeficiente beta, y de esta forma la longitud de pandeo  $l_k$ .

$$\frac{f}{l} = \frac{2800}{21800} = 0.128 \rightarrow \beta = 0.71$$

Introduciendo el valor en la ecuación.

$$l_k = \beta * \left(\frac{S}{2}\right) = 0.71 * \frac{22200}{2} = 7.81m$$

Se define la estructura como tanslacional en todos los planos de la cubierta, de esta forma pese a que este arriostrado, se opta estar por el lado de la seguridad ya que esta translacionalidad afecta al pandeo mucho más.

Pero al intentar introducir esta beta en cype como el arco está formado por pequeñas barras no sería correcta, por lo que los coeficientes beta que se introducen son.

- Vigas
  - Plano xy: 2.8metros, distancia entre correas que arriostran el perfil
  - Plano xz: Al considerarse empotrada 0.71
- Pilares
  - Plano xy: 2 por considerarse traslacionales
  - Plano xz: 1.4 intermedio entre traslacional e intraslacional.
- En los elementos de correas 1 en todos ya que son rectangulares y no tiene apenas efecto el pandeo.

#### **Pandeo lateral**

- Vigas
  - Ala superior: 2.8 distancia entre correas
  - Ala inferior: 2.8 distancia entre correas
- Pilares
  - Ala superior: 0.7m su longitud como si no afectarán las correas laterales.
  - Ala inferior: 0.7 m su longitud como si no afectarán las correas laterales.
- En los elementos de correas 1 en todos ya que son rectangulares y no tiene apenas efecto el pandeo.

#### **Nudos**

La vinculación interior de los nudos será empotrado ya que estarán soldados.

En cambio la exterior libre salvo en los apoyos que estará empotrado ya que absorbe los momentos.

### 3. Hipótesis de cargas sobre cubierta

La piscina al ser una cubierta telescópica sufrirá variación en las cargas al estar abierta y cerrada además de las diferentes que indica el CTE.

Se deberán realizar varias hipótesis de en qué situación se encuentre la piscina, en lo que respecta al arco y las reacciones que trasladará a las vigas por las que se desplazará el carril son varias.

#### I. Si el viento actúa de lateral a la cubierta

##### 1. Cubierta cerrada

- 1.1. Con huecos a barlovento
- 1.2. Con huecos a sotavento
- 1.3. Sin huecos

##### 2. Cubierta abierta

- 2.1. Con huecos a barlovento
- 2.2. Con huecos a sotavento
- 2.3. Sin huecos

No se tiene en cuenta la hipótesis del viento en otra dirección ya que el CTE no lo contempla en este tipo de cubiertas pero para la estructura de hormigón si se debe tener en cuenta.

Por otro lado se deberá tener en cuenta el caso en el que se encuentra la cubierta para calcular la estructura de hormigón.

Una vez obtenidas las reacciones en cada hipótesis estas se introducirán en las vigas de la estructura de hormigón.

Las cargas se situarán sobre los montantes aunque la distancia entre estos es cte no lo es la superficie que ocupan y si la carga es vertical al suelo no será lo mismo que actúe sobre la parte más elevada o la más horizontal así que se tomara siempre el peor del peor de los casos.

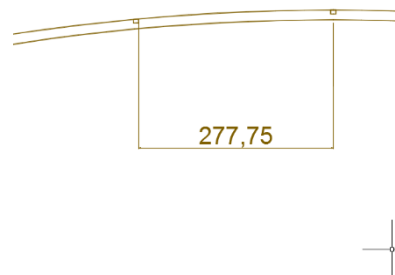


Ilustración 19: Longitud entre correas

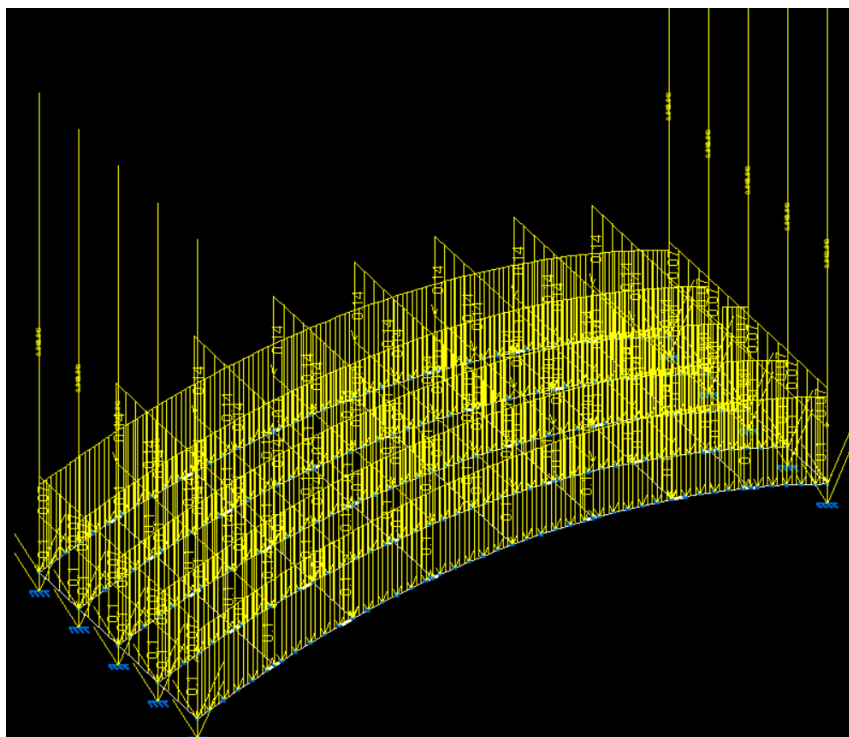
Tal y como se muestra en el croquis de la figura se opta como la distancia entre montantes y donde apoyarán las cubiertas de polycarbonato y en total todas las cargas será de 2.78 para realizarlo por el lado de la seguridad. Según el montante absorberá una carga o dos. En caso de ser uno interior de dos lados sino de uno.

Tipo de carga	Zona	Carga	Un vano	Dos vanos	Dirección
Panel		0,06	0,0834	0,1668	Gravedad
Sobrecarga uso		1	1,39	2,78	Gravedad
Nieve		0,7	0,973	1,946	Gravedad
Viento	Zona A	0,05	0,0695	0,139	Perpendicular cubierta
	Zona B	-0,85	-1,1815	-2,363	Perpendicular cubierta
	Zona C	-0,4	-0,556	-1,112	Perpendicular cubierta
Huecos	Barlovento	0,7	0,973	1,946	Perpendicular cubierta
	Sotavento	-0,5	-0,695	-1,39	Perpendicular cubierta

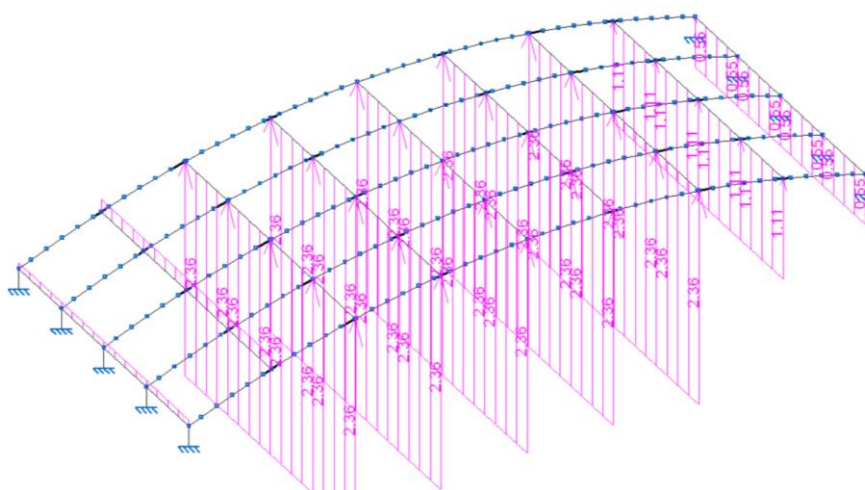
*Tabla 12: Cargas sobre estructura*

### 3.1. Hipótesis de carga: huecos a barlovento y cubierta cerrada

Posición de las cargas



*Ilustración 20: PP en cubierta cerrada con huecos a barlovento*



*Ilustración 21: Presión exterior en cubierta cerrada con huecos a barlovento*

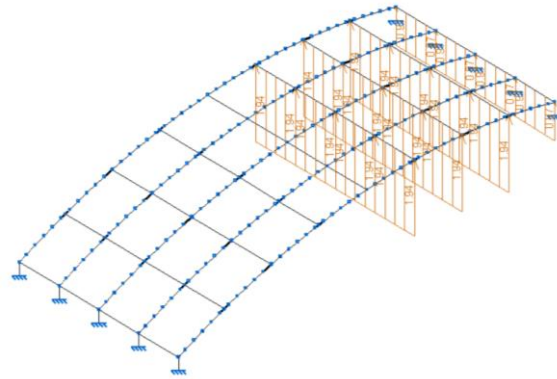


Ilustración 22: Presión interior en cubierta cerrada con huecos a barlovento

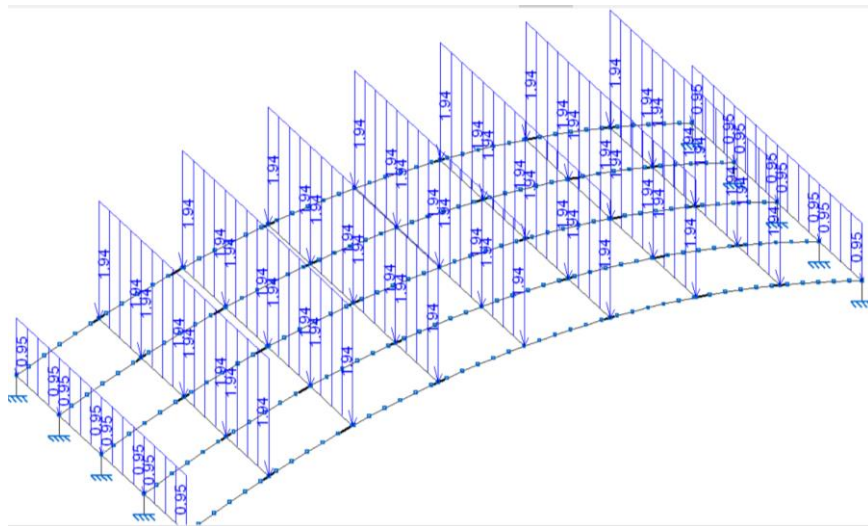


Ilustración 23: Nieve en cubierta cerrada con huecos a barlovento

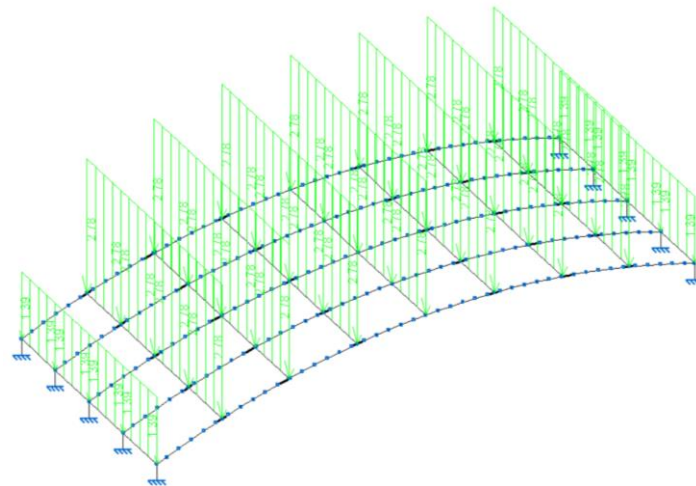


Ilustración 24: SU en cubierta cerrada con huecos a barlovento

## Resultados

En la imagen se muestran los diferentes perfiles IPE que cumplen la peor hipotesis en este caso se selecciona el IPE 180 puesto que será mas ligero y barato ademas de que el que mas adecuadamente cumple los requisitos de resistencia y flecha.

**Comprobación**

Perfil	Peso	Resistencia	Flecha	Errores
✗ IPE 80	6.00	—	57.09 %	El axil de ...
✗ IPE 100	8.09	199.20 %	26.74 %	
✗ IPE 120	10.36	127.66 %	14.38 %	
✓ IPE 140	12.87	87.94 %	8.45 %	
✓ IPE 160	15.78	63.76 %	5.26 %	
✓ IPE 180	18.76	48.57 %	3.47 %	
✓ IPE 200	22.37	37.77 %	2.35 %	
✓ IPE 220	26.22	30.04 %	1.65 %	
✓ IPE 240	30.69	24.23 %	1.18 %	
✓ IPE 270	36.03	19.33 %	0.79 %	

Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego

Significado de los iconos

- ✗ Perfil que no cumple alguna comprobación.
- ✓ Perfil que cumple todas las comprobaciones.

Aceptar Cancelar

**Comprobación**

Perfil	Peso	Resistencia
✗ HE 100 B, Con platabandas laterales	45.53	196.57 %
✗ HE 120 B, Con platabandas laterales	58.09	129.70 %
✓ HE 140 B, Con platabandas laterales	71.44	90.95 %
✓ HE 160 B, Con platabandas laterales	86.59	66.66 %
✓ HE 180 B, Con platabandas laterales	101.50	50.59 %
✓ HE 200 B, Con platabandas laterales	117.83	39.43 %
✓ HE 220 B, Con platabandas laterales	134.24	31.42 %
✓ HE 240 B, Con platabandas laterales	152.29	26.46 %
✓ HE 260 B, Con platabandas laterales	168.30	22.17 %
✓ HE 280 B, Con platabandas laterales	184.79	18.82 %

No se han definido límites de flecha

Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego

Significado de los iconos

- ✗ Perfil que no cumple alguna comprobación.
- ✓ Perfil que cumple todas las comprobaciones.

Aceptar Cancelar

Ilustración 25: Valores perfiles que cumplen barlovento

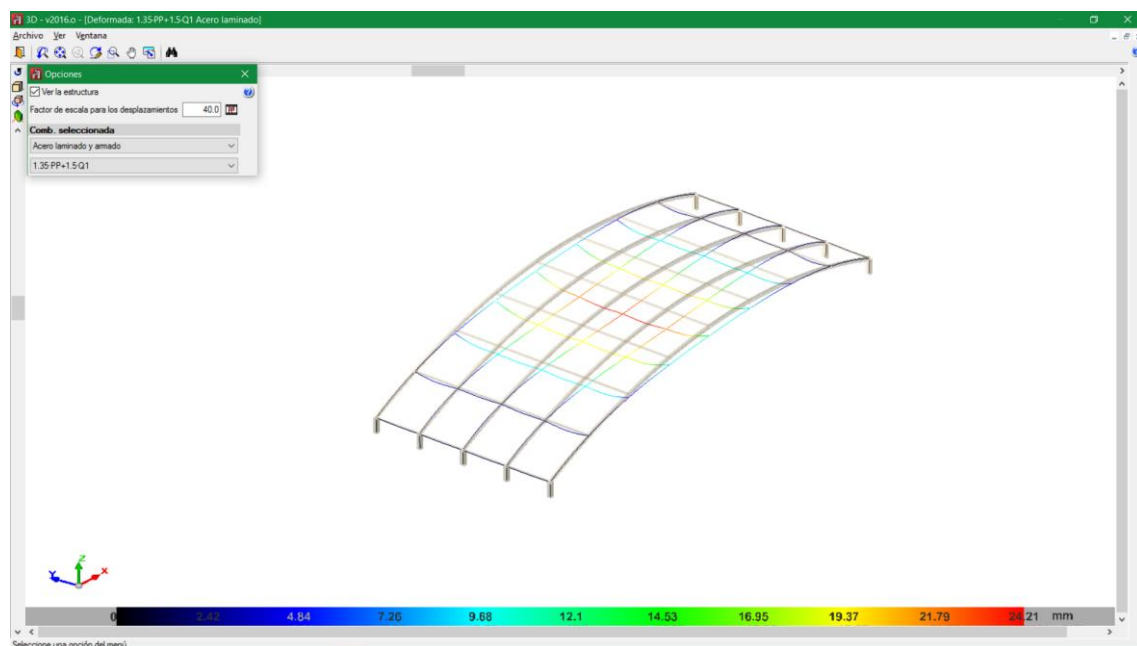
También cumple la flecha de 1/300 que marca el CTE pero en la ilustración 25 no se aprecia ya que al haberse modelizado el arco mediante pequeñas barras no es la flecha absoluta por eso hay que fijarse en las imágenes de desplazamientos siguientes.

Es necesario realizar comprobaciones a compresión y succión por un lado a compresión ya que el hormigón aguantará más que el acero en este caso y a succión al revés ya que el hormigón se fisurará

La combinación más desfavorable a compresión será la de ya que no tiene sentido el hacer labores de mantenimiento con nieve, no son concomitantes.

$$1.35 * PP + 1.5 * Q_1$$

En la siguiente imagen se mostrará el comportamiento de la cubierta sobre esta hipótesis.

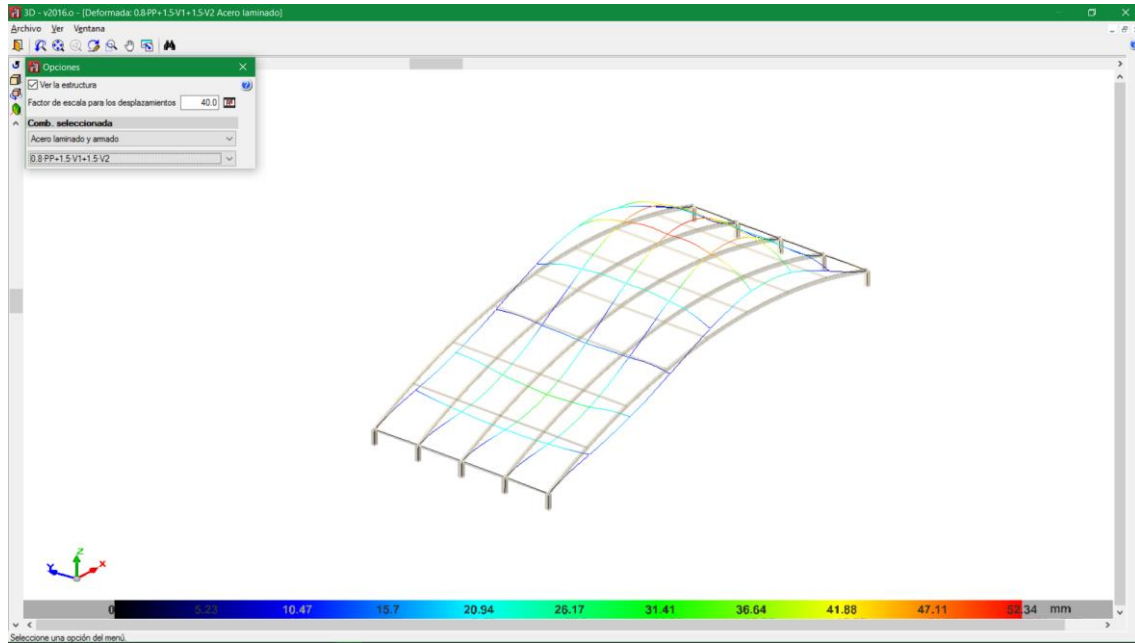


*Ilustración 26: Cubierta a compresión con viento a barlovento y cerrada*



La combinación más desfavorable a succión será la de:

$$0.8 * PP + 1.5 * V_1 + 1.5 * V_2$$



*Ilustración 27: Cubierta a succión con viento a barlovento y cerrada*

## Reacciones

Es importante conocer el valor de las reacciones ya que estas son las que se trasladarán a la viga que soporta la estructura.

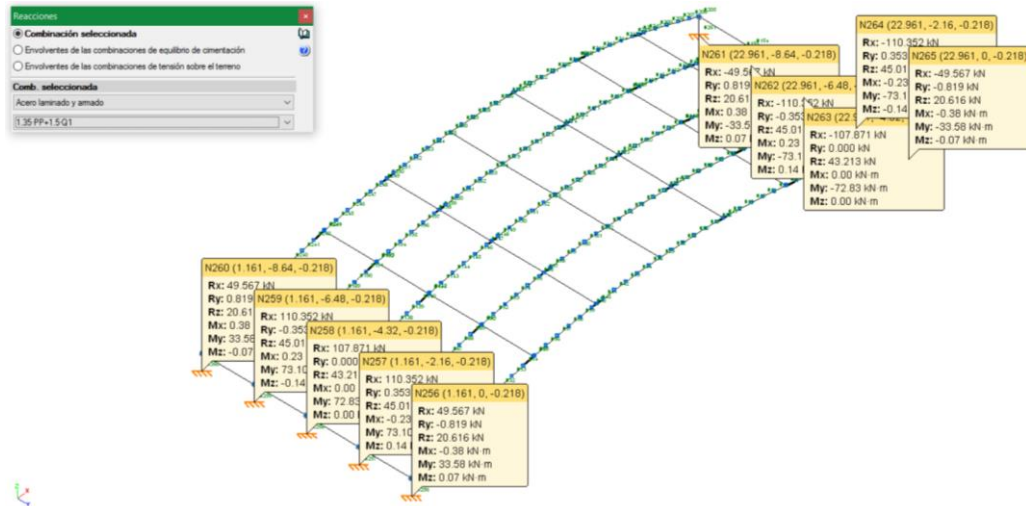


Ilustración 28: Reacciones cubierta a compresión con viento a barlovento y cerrada

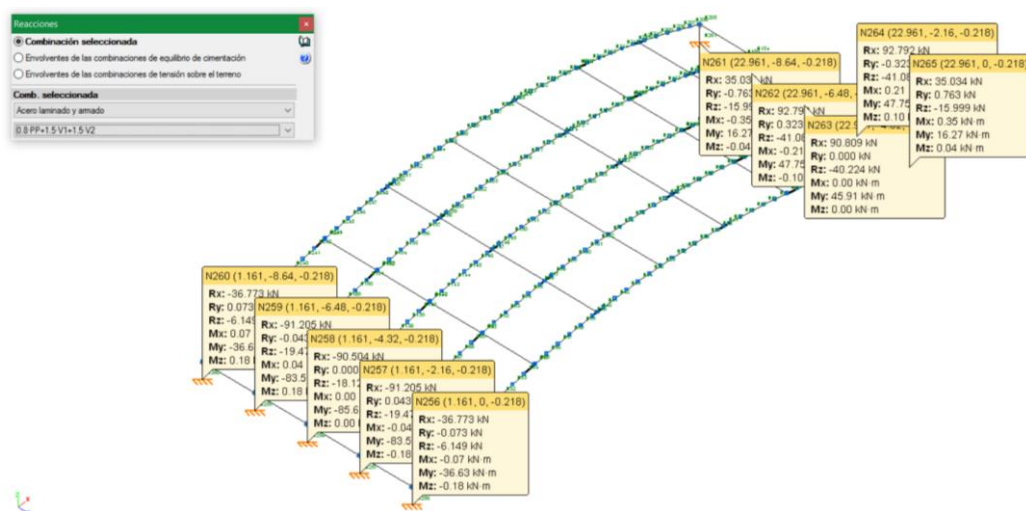


Ilustración 29: Reacciones cubierta a succión con viento a barlovento y cerrada

### 3.2. Hipótesis de carga: huecos a sotavento y cubierta cerrada

Las cargas con huecos a sotavento son las mismas que ha barlovento con una diferencia la dirección del viento, estas producen una fuerza de compresión en vez de succión debida a los huecos, tal y como se muestra en la imagen.

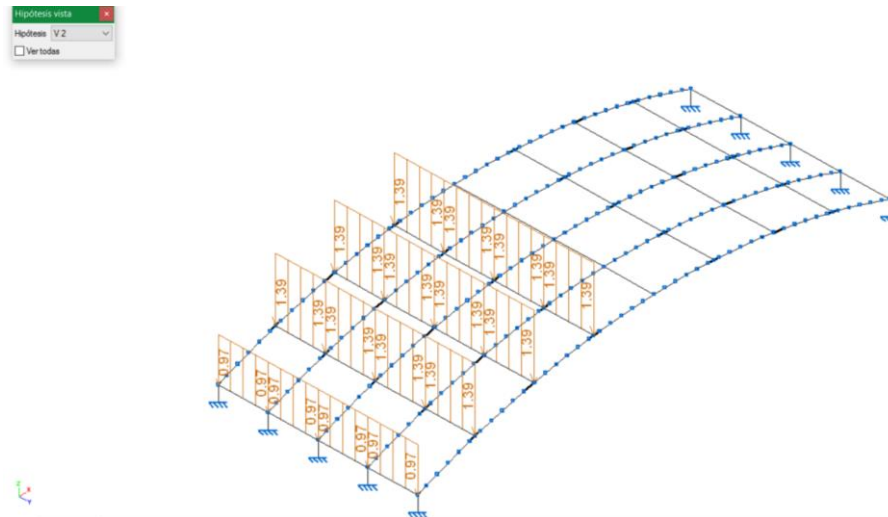


Ilustración 30: Presión interior en cubierta cerrada con huecos a barlovento

### Resultados

Perfil	Peso	Resistencia	Flecha	Errores
✗ IPE 80	6.00	—	50.05 %	El axil de ...
✗ IPE 100	8.09	199.64 %	23.44 %	
✗ IPE 120	10.36	127.18 %	12.61 %	
✓ IPE 140	12.87	87.81 %	7.41 %	
✓ IPE 160	15.78	63.91 %	4.61 %	
✓ IPE 180	18.76	48.81 %	3.04 %	
✓ IPE 200	22.37	38.09 %	2.06 %	
✓ IPE 220	26.22	30.37 %	1.45 %	
✓ IPE 240	30.69	24.58 %	1.03 %	
✓ IPE 270	36.03	19.68 %	0.69 %	

Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego

Significado de los iconos

- ✗ Perfil que no cumple alguna comprobación.
- ✓ Perfil que cumple todas las comprobaciones.

Aceptar Cancelar

Ilustración 31: Valores perfiles que cumplen sotavento

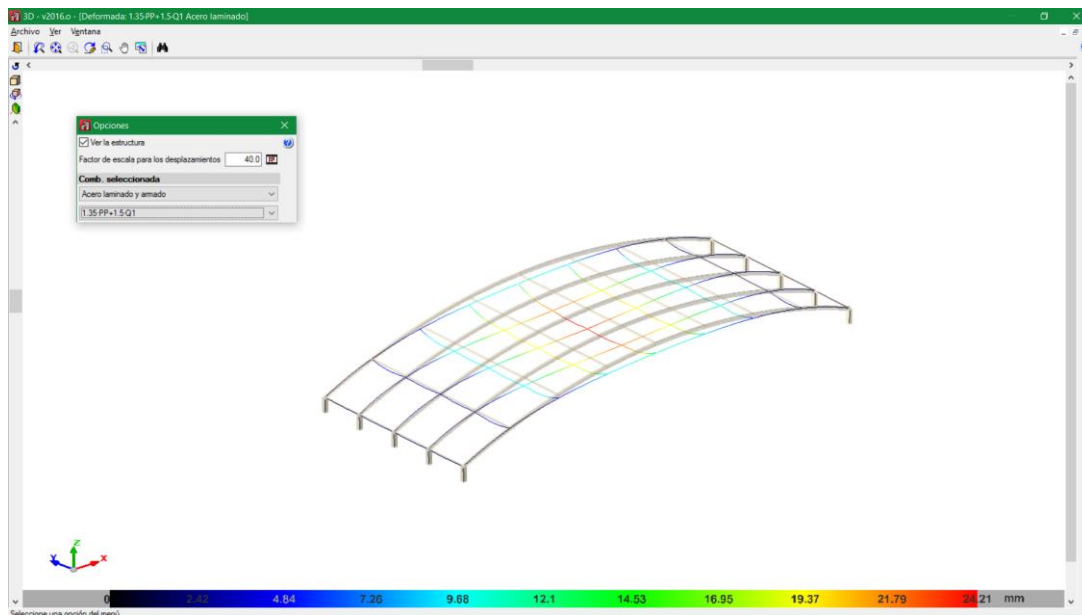
En la imagen se muestran los diferentes perfiles IPE que cumplen la peor hipotesis en este caso se selecciona el IPE 180 puesto que será mas ligero y barato ademas de que el que mas adecuadamente cumple los requisitos de resistencia y flecha.

También cumple la flecha de 1/300 que marca el CTE pero no en esta imagen ya que al haberse modelizado el arco mediante pequeñas barras no es la flecha absoluta por eso hay que fijarse en las imágenes de desplazamientos siguientes

La combinación más desfavorable a compresión será la de:

$$1.35 * PP + 1.5 * Q_1$$

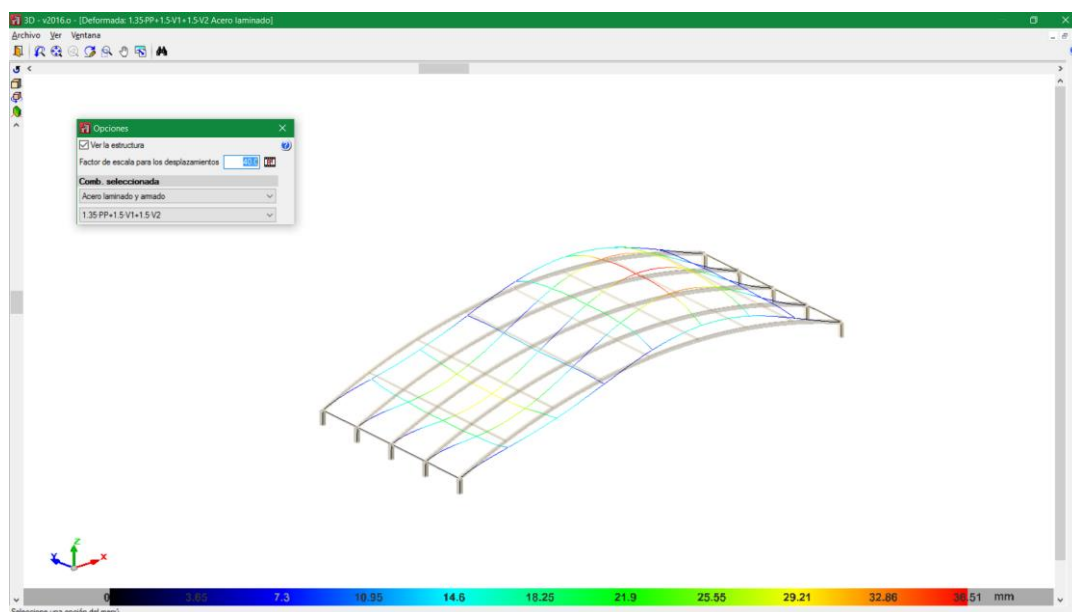
La misma del caso anterior ya que las dos presiones interior y exterior se compensan



*Ilustración 32: Cubierta a compresión con viento a sotavento y cerrada*

La combinación más desfavorable a succión será la de:

$$0.8 * PP + 1.5 * V_1 + 1.5 * V_2$$



*Ilustración 33: Cubierta a succión con viento a sotavento y cerrada*

## Reacciones

Es importante conocer el valor de las reacciones ya que estas son las que se trasladarán a la viga que soporta la estructura.

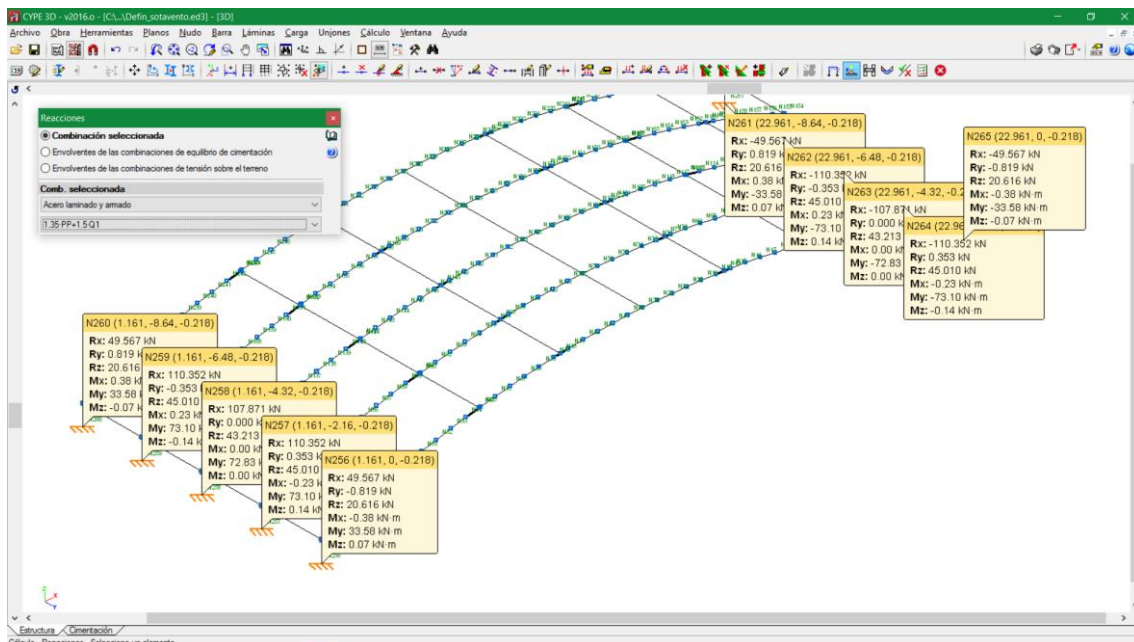


Ilustración 34: Reacciones cubierta a compresión con viento a sotavento y cerrada

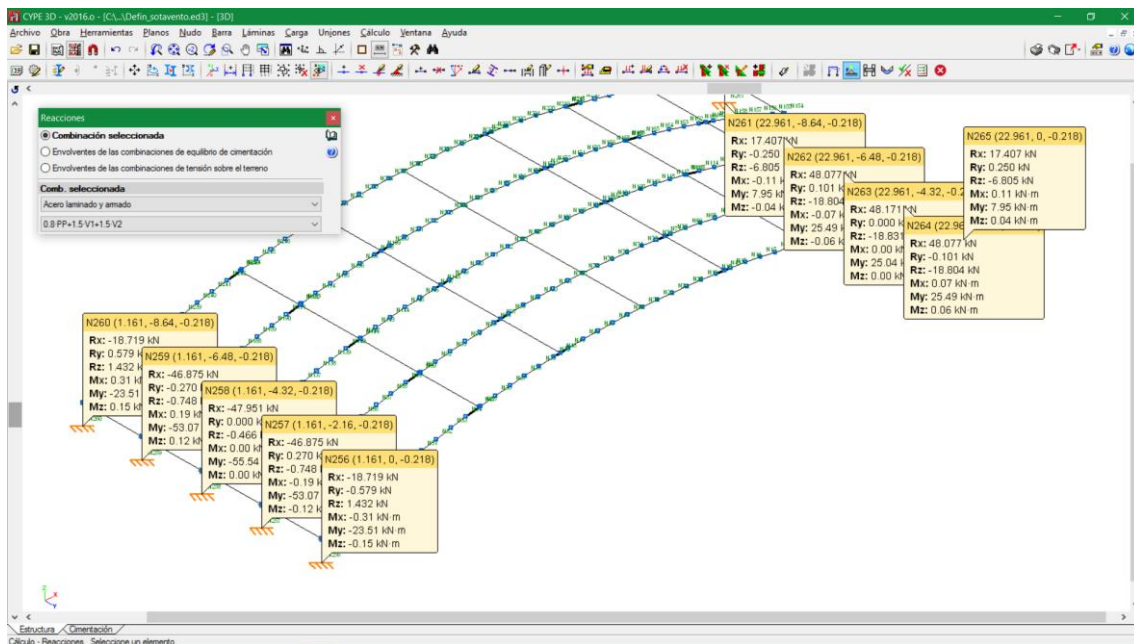


Ilustración 35: Reacciones cubierta a succión con viento a sotavento y cerrada

### 3.3. Hipótesis de carga: sin huecos y cubierta cerrada

Las cargas sin huecos son las mismas que ha barlovento, con una diferencia no hay huecos por lo que la carga debido a la presión interior es nula y no se tendrá en cuenta. Por lo que las cargas son las mismas que las de los dos puntos anteriores

#### Resultados

En la imagen se muestran los diferentes perfiles IPE que cumplen la peor hipotesis en este caso se selecciona el IPE 180 puesto que será mas ligero y barato ademas de que el que mas adecuadamente cumple los requisitos de resistencia y flecha.

Perfil	Peso	Resistencia	Flecha	Errores
✗ IPE 80	6.00	—	50.05 %	El axil de ...
✗ IPE 100	8.09	199.20 %	23.44 %	
✗ IPE 120	10.36	127.18 %	12.61 %	
✓ IPE 140	12.87	87.81 %	7.41 %	
✓ IPE 160	15.78	63.76 %	4.61 %	
✓ IPE 180	18.76	48.57 %	3.04 %	
✓ IPE 200	22.37	37.77 %	2.06 %	
✓ IPE 220	26.22	30.04 %	1.45 %	
✓ IPE 240	30.69	24.23 %	1.03 %	
✓ IPE 270	36.03	19.33 %	0.69 %	

Perfil	Peso	Resistencia
✗ HE 100 B, Con platabandas laterales	45.53	195.86 %
✗ HE 120 B, Con platabandas laterales	58.09	129.23 %
✓ HE 140 B, Con platabandas laterales	71.44	90.65 %
✓ HE 160 B, Con platabandas laterales	86.59	66.47 %
✓ HE 180 B, Con platabandas laterales	101.50	50.48 %
✓ HE 200 B, Con platabandas laterales	117.83	39.38 %
✓ HE 220 B, Con platabandas laterales	134.24	31.40 %
✓ HE 240 B, Con platabandas laterales	152.29	26.46 %
✓ HE 260 B, Con platabandas laterales	168.30	22.17 %
✓ HE 280 B, Con platabandas laterales	184.79	18.82 %

Ilustración 36: Valores perfiles que cumplen sin huecos

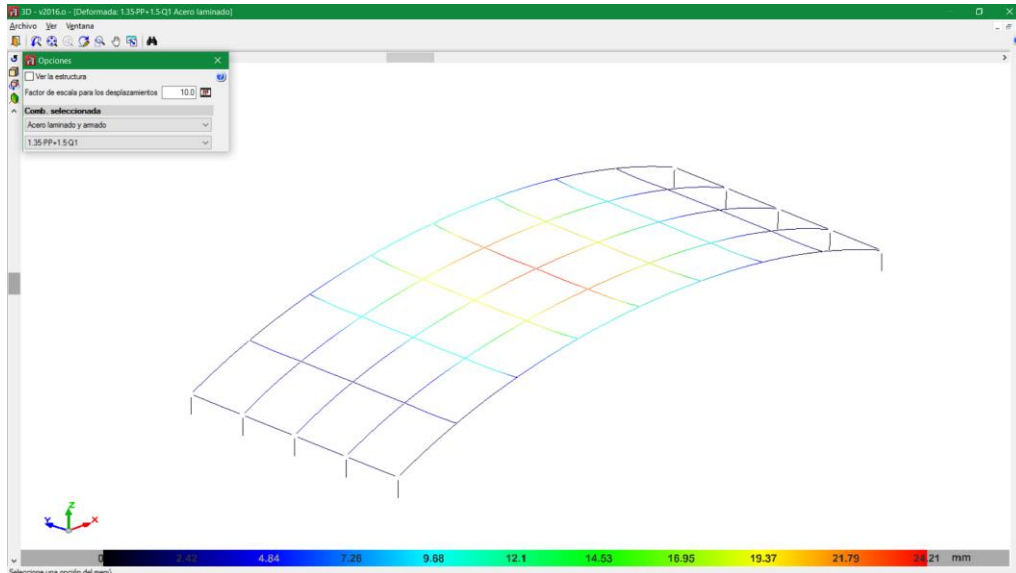


También cumple la flecha de 1/300 que marca el CTE pero no en esta imagen ya que al haberse modelizado el arco mediante pequeñas barras no es la flecha absoluta por eso hay que fijarse en las imágenes de desplazamientos siguientes

La combinación más desfavorable a compresión será la de:

$$1.35 * PP + 1.5 * Q_1$$

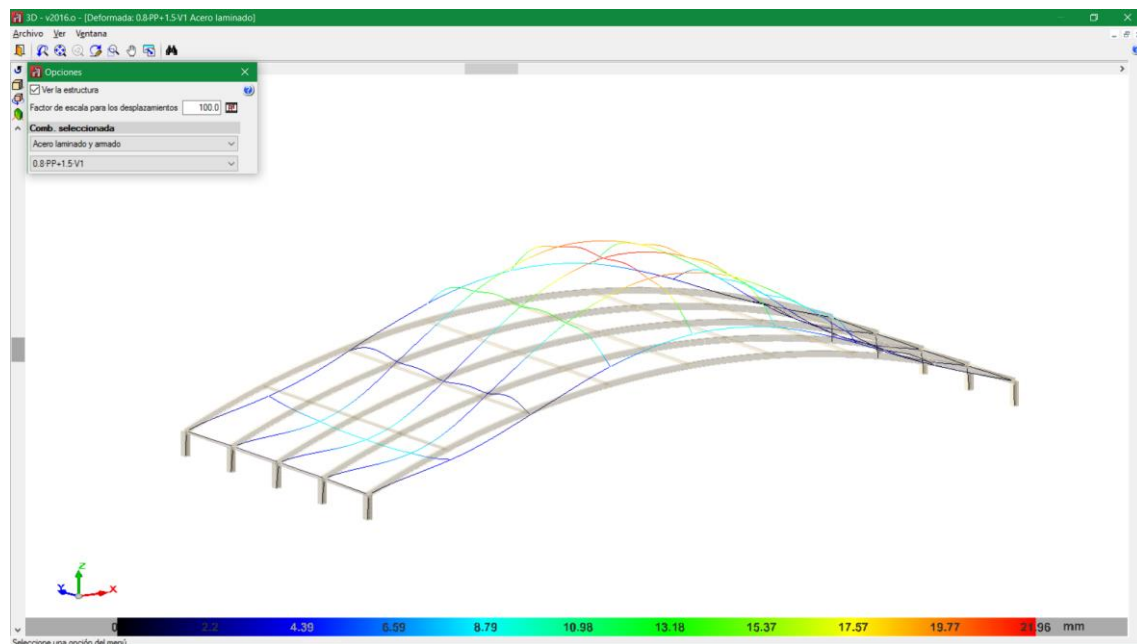
En la siguiente imagen se mostrará el comportamiento de la cubierta sobre esta hipótesis.



*Ilustración 37: Cubierta a compresión sin huecos y cerrada*

La combinación más desfavorable a succión será la de:

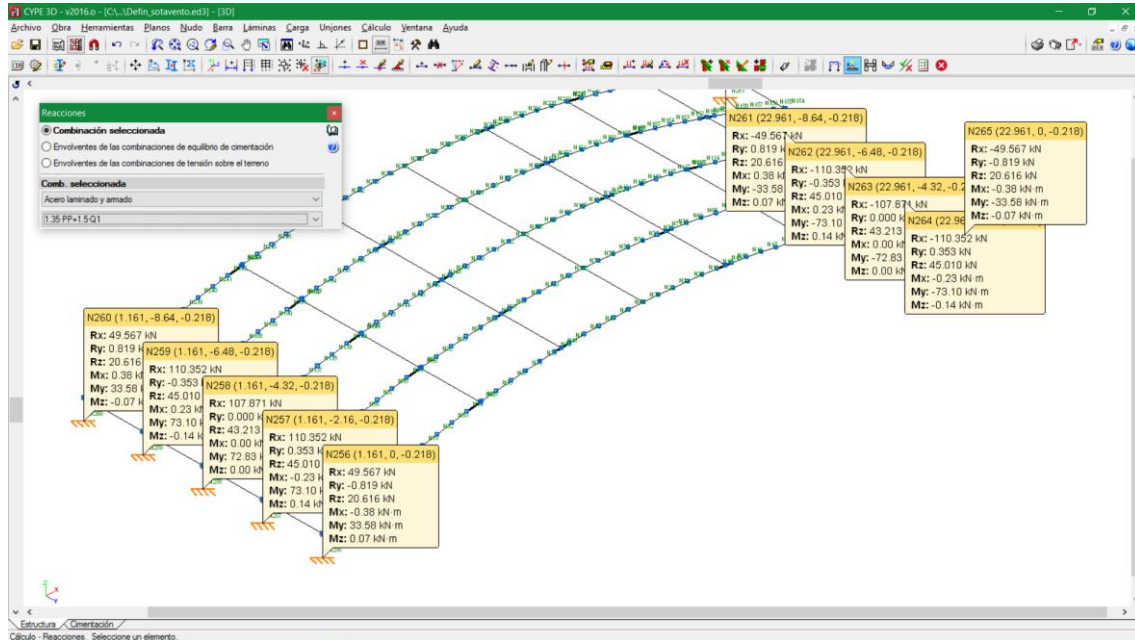
$$0.8 * PP + 1.5 * V_1$$



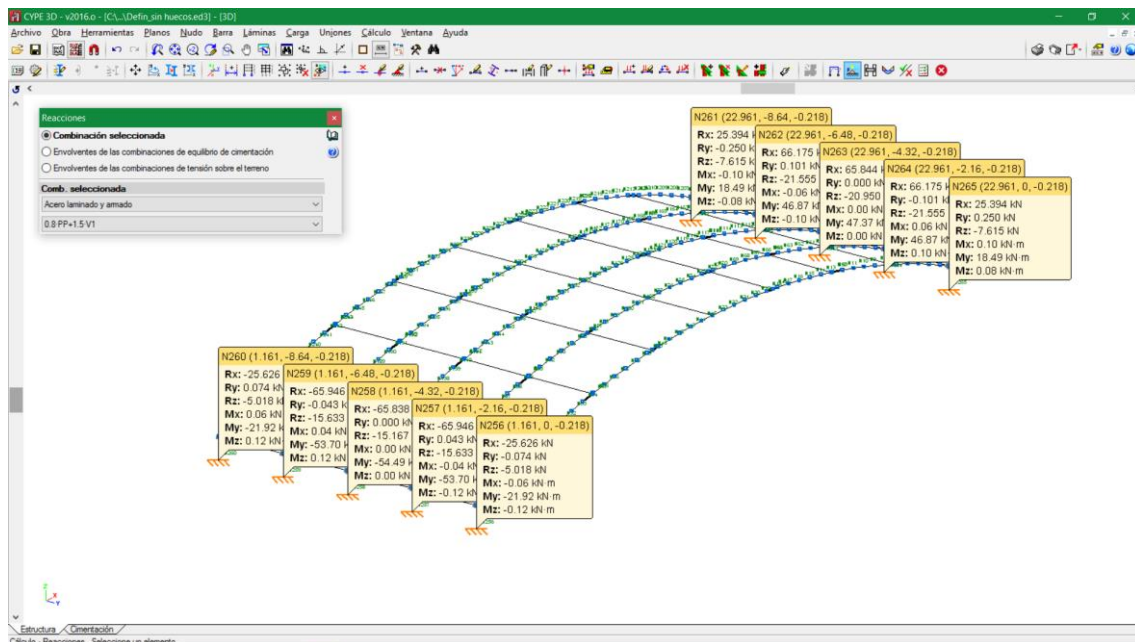
*Ilustración 38: Cubierta a compresión sin huecos y cerrada*

## Reacciones

Es importante conocer el valor de las reacciones ya que estas son las que se trasladarán a la viga que soporta la estructura.



*Ilustración 39: Reacciones cubierta a compresión sin huecos y cerrada*



*Ilustración 40: Reacciones cubierta a succión sin huecos y cerrada*



### 3.4. Hipótesis de cargas: sin huecos y cubierta abierta.

- Con huecos a barlovento-No tiene sentido el aire de los huecos apenas afectaría.
- Con huecos a sotavento-No tiene sentido el aire de los huecos apenas afectaría.
- Sin huecos**-Sería el mismo que en el último punto de la cubierta cerrada, pero en este caso hay que añadir en las reacciones el PPx4 ya que las cuatro cubiertas apoyan en la misma viga+ la sobrecarga de uso de una de las cubiertas.

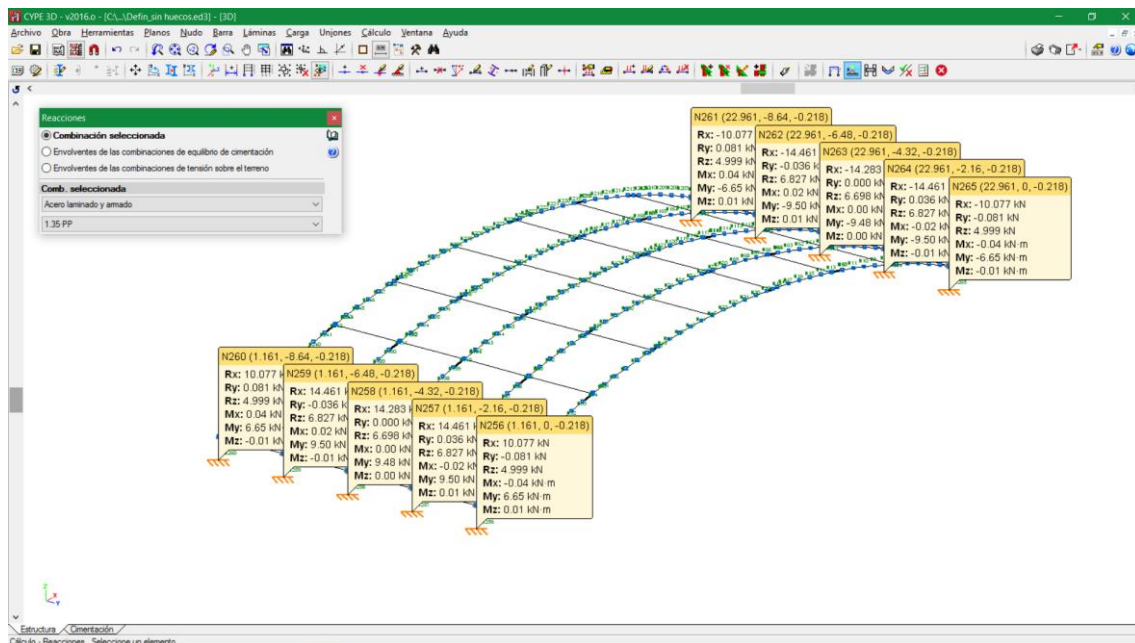


Ilustración 41: Reacciones cubierta a compresión sin huecos y abierta

## SELECCIÓN DEL PERFIL

Aprovechamiento perfiles en cada caso (IPE)			Aprovechamiento perfiles en cada caso (HEB)		
<b>Barlovento</b>	Peso	Resistencia	<b>Barlovento</b>	Peso	Resistencia
IPE 100	8.09	199,20%	HEB 100	45,53	196,57%
IPE 120	10.36	127,66%	HEB 120	58,09	129,70%
IPE 140	12.87	87,94%	HEB 140	71,44	90,95%
IPE 160	15.78	63,76%	HEB 160	86,59	66,66%
IPE 180	18.76	48,57%	HEB 180	101,5	50,59%
<b>Sotavento</b>	Peso	Resistencia	<b>Sotavento</b>	Peso	Resistencia
IPE 100	8.09	199,64%	HEB 100	45,53	223,05%
IPE 120	10.36	127,18%	HEB 120	58,09	147,12%
IPE 140	12.87	87,81%	HEB 140	71,44	103,16%
IPE 160	15.78	63,91%	HEB 160	86,59	75,62%
IPE 180	18.76	48,81%	HEB 180	101,5	57,41%
<b>Sin huecos</b>	Peso	Resistencia	<b>Sin huecos</b>	Peso	Resistencia
IPE 100	8.09	199,20%	HEB 100	45,53	195,86%
IPE 120	10.36	127,18%	HEB 120	58,09	129,23%
IPE 140	12.87	87,81%	HEB 140	71,44	90,65%
IPE 160	15.78	63,76%	HEB 160	86,59	66,47%
IPE 180	18.76	48,57%	HEB 180	101,5	50,48%

Tabla 13: Selección perfiles

En esta tabla se muestra una tabla resumida de los diferentes perfiles que admiten las acciones, a partir del IPE 140 Y HEB 140 con platabandas es posible su utilización.

Pero no cumplen la flecha permitida, por lo que es necesario un perfil IPE de 180 como mínimo, por otro lado la compresión a la que se somete el perfil HEB es alta por lo que se sobredimensiona y se selecciona un HEB-180.

La flecha más grande se encuentra en el caso en el que hay huecos a barlovento con una flecha máxima según ilustración 16 de 52.44mm cuando el máximo son 72mm.

En cambio para los montantes se opta por tubos rectangulares de 60\*80\*5 estos no sufren tanto como los arcos. Por eso no es necesario seleccionarlo según su aprovechamiento sino de una sección que sea de sencilla colocación y lo suficiente para sujetar las placas de policarbonato.

### Reacciones que soportará la estructura de hormigón

Las reacciones sobre los puntos de la cubierta se trasladarán de forma puntual sobre las vigas en las que apoya la cubierta, para esto se analizarán las diferentes combinaciones y se seleccionarán las mayores a compresión y succión.

Por un lado a compresión para comprobar si la viga aguanta y por otro lado a succión ya que el hormigón no es un elemento que aguanta mucha tracción.

Se obviarán las reacciones que van en el sentido de la viga ya que son mínimas.

Igualmente los momentos en z y x son mínimos comparándolos con los de y que crearán una cierta torsión en la viga.

Tras analizar las reacciones de las diferentes hipótesis se muestra que:

La viga más solicitada a compresión será cuando todas las cubiertas estén juntas. 53.53

Nudos y reacciones debido a las cubiertas juntas	X	Z	My
N-256	79,798	35,616	53,53
N-257	153,735	65,491	101,6
N-258	150,72	63,31	101,27
N-259	153,735	65,491	101,6
N-260	79,798	35,61	53,53
N-261	-79,798	35,616	-53,53
N-262	-153,735	65,491	-101,6
N-263	-150,72	63,31	-101,27
N-264	-153,735	65,491	-101,6
N-265	-79,798	30,129	-53,53

*Tabla 14: Reacciones en vigas debido a cubiertas juntas*

Estas reacciones se han calculado teniendo en cuenta las reacciones cuando la cubierta está cerrada y sin huecos y con el pp de la cubierta\*4.

Por otro lado la viga más solicitada a succión será cuando los huecos estén a barlovento:

Nudos y reacciones barlovento y a succión	X	Z	My
N-256	-36,773	-6,149	-36,63
N-257	-91,205	-19,47	-83,5
N-258	-90,504	-18,12	-85,6
N-259	-91,205	-19,42	-83,5
N-260	-36,773	-6,149	-36,6
N-261	35,03	-16	16,27
N-262	92,798	-41,08	47,75
N-263	90,809	-40,224	45,91
N-264	92,792	-41,08	47,75
N-265	35,034	-16	16,27

*Tabla 15: Reacciones en vigas debido a huecos a barlovento y succión*

El que hubiera cargas horizontales, momentos o torsores en las reacciones es un problema a la hora de modelizarlo en las vigas en el cype puesto que solo admiten cargas verticales, y además las cargas horizontales solo son posibles en las cabezas de pilar.

Por lo que estas reacciones se modelizarán sacando unos arranques desde las vigas e introduciendo el peor caso de succión y el peor caso de compresión.

## 4. Acciones sobre estructura de hormigón

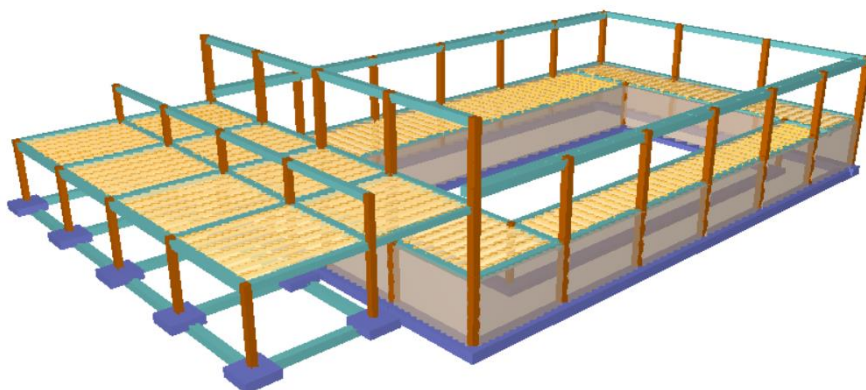
Tras calcular las acciones que afectan a la cubierta móvil y estas se trasladarán como cargas muertas a las vigas que soportan la cubierta y a los pilares.

Las acciones que afectarán a la estructura de hormigón variarán con las de la cubierta.

Las cargas a tener en cuenta vendrán indicadas por el Código Técnico de la edificación. En el DB SE-AE (Documento básico de seguridad estructural. Acciones en la edificación.)

### Cargas a tener en cuenta sobre la cubierta según CTE

- Carga muerta (CM): Por la cubierta de la piscina y graderío.
- Peso Propio (PP): De la estructura de hormigón vendrá definido por el tipo de vigas y pilares.
- Sobrecarga superficial de uso (SU): Esta carga es debida a razón de uso personas o acumulación de materiales.
- Nieve (N): Debida a la acumulación de nieve.
- Viento (V): Carga debida a la presión ejercida por el viento.
  - Interiores: debida a la presión del viento en el recinto de la piscina únicamente no en la de vestuarios.
  - Exteriores: Debido al viento
- Empuje de tierras: En los muros del sótano de la piscina.



*Ilustración 42: Estructura en cype*

En esta imagen se muestra un croquis de cómo estará distribuida la estructura de hormigón, y a partir de este se puede analizar cómo afectarán las diferentes hipótesis a las que estará solicitada la estructura.

#### 4.1. CM- Cargas muertas sobre estructura

Estas cargas son las que se forman debido a elementos en la estructura, al no poder modelarse la cubierta entera sobre las vigas se introducen como cargas muertas las reacciones más desfavorables.

##### 4.1.1. Por la cubierta

Las reacciones calculadas en el apartado anterior se deberán introducir como cargas muertas sobre las vigas en las que deslizará la cubierta, para esto se introducirán arranques sobre las vigas ya que cype no admite cargas horizontales sobre vigas.

##### 4.1.2. Graderío

El graderío se situara en un lado de la piscina donde por debajo se encuentra el sótano por lo que se debe tener en cuenta esta carga para evitar el colapso de la grada.

**Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso**

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)(6)</sup>	2
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
			Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Tabla 16: Valores característicos de las sobrecargas de uso [2]

Se tratará como una zona de tránsito libre de personas como un vestíbulo es decir 5kN/m<sup>2</sup> además se le sumará 2kN/m<sup>2</sup> por el peso de la propia grada

#### 4.2. PP- Peso Propio estructura de hormigón y características

El peso propio de la estructura de hormigón y su armadura será calculado por el programa CYPE, pero este deberá cumplir las especificaciones del EHE-08 [13].

- La estructura tendrá una vida útil de 100 años mínimos ya que se trata de una instalación.
- En este caso de proyecto se debe tener en cuenta especialmente la exposición de las armaduras ya que se considera que al ser una piscina el ambiente tendrá cloro y este cloro en reacción con el agua crea ácido clorhídrico, se deberá seleccionar un ambiente IV.

**Tabla 8.2.2**  
Clases generales de exposición relativas a la corrosión de las armaduras

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
No agresiva		I	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Interiores de edificios, no sometidos a condensaciones.</li> <li>– Elementos de hormigón en masa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elementos estructurales de edificios, incluido los forjados, que estén protegidos de la intemperie.</li> </ul>
Normal	Humedad alta	IIa	Corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Interiores sometidos a humedades relativas medias altas (&gt; 65%) o a condensaciones.</li> <li>– Exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm.</li> <li>– Elementos enterrados o sumergidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elementos estructurales en sótanos no ventilados.</li> <li>– Cimentaciones.</li> <li>– Estribos, pilas y tableros de puentes en zonas, sin impermeabilizar con precipitación media anual superior a 600 mm.</li> <li>– Tableros de puentes impermeabilizados, en zonas con sales de deshielo y precipitación media anual superior a 600 mm.</li> <li>– Elementos de hormigón, que se encuentren a la intemperie o en las cubiertas de edificios en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm.</li> <li>– Forjados en cámara sanitaria, o en interiores en cocinas y baños, o en cubierta no protegida.</li> </ul>
	Humedad media	IIb	Corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elementos estructurales en construcciones exteriores protegidas de la lluvia.</li> <li>– Tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm.</li> </ul>
Marina	Aérea	IIIa	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar.</li> <li>– Elementos exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elementos estructurales de edificaciones en las proximidades de la costa.</li> <li>– Puentes en las proximidades de la costa.</li> <li>– Zonas aéreas de diques, pantanes y otras obras de defensa litoral.</li> <li>– Instalaciones portuarias.</li> </ul>
	Sumergida	IIIb	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zonas sumergidas de diques, pantanes y otras obras de defensa litoral.</li> <li>– Cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar.</li> </ul>
	En zona de carrera de mareas y en zonas de salpicaduras	IIIc	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elementos de estructuras marinas situadas en la zona de salpicaduras o en zona de carrera de mareas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantanes y otras obras de defensa litoral.</li> <li>– Zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea.</li> </ul>
Con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino.</li> <li>– Superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Piscinas e interiores de los edificios que las albergan.</li> <li>– Pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve.</li> <li>– Estaciones de tratamiento de agua.</li> </ul>

*Tabla 17: Clases de exposición a la corrosión de las armaduras*

- Por lo que el hormigón tendrá un máximo de fisuración de 0.2

**Tabla 5.1.1.2**

Clase de exposición, según artículo 8*	$w_{max}$ (mm)	
	Hormigón armado (para la combinación cuasipermanente de acciones)	Hormigón pretensado (para la combinación frecuente de acciones)
I	0,4	0,2
IIa, IIb, H	0,3	0,2 <sup>(1)</sup>
IIIa, IIIb, IV, F, Qa <sup>(2)</sup>	0,2	Descompresión
IIIc, Qb <sup>(2)</sup> , Qc <sup>(2)</sup>	0,1	

(1) Adicionalmente deberá considerarse que las estructuras sujetas en condiciones de la zona cuasipermanente de la exposición, tendrán

*Tabla 18: Fisuración según clase de exposición*

- El recubrimiento de los elementos de hormigón también aumenta por el tipo de exposición tal y como marca el EHE-08, en este caso un recubrimiento de 40mm

Hormigón	Cemento	Vida útil de proyecto ( $t_p$ ) (años)	Clase general de exposición			
			IIIa	IIIb	IIIc	IV
Armado	CEM III/A, CEM III/B, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsilice superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%	50	25	30	35	35
		100	30	35	40	40
	Resto de cementos utilizables	50	45	40	*	*
		100	65	*	*	*
Pretensado	CEM II/A-D o bien con adición de humo de sílice superior al 6%	50	30	35	40	40
		100	35	40	45	45
	Resto de cementos utilizables, según el Artículo 26º	50	65	45	*	*
		100	*	*	*	*

\* Estas situaciones obligarían a unos recubrimientos excesivos, desaconsejables desde el punto de vista de la

Tabla 19: Recubrimiento según clase de exposición

- Por otro lado la resistencia característica mínima del hormigón también se basa en el ambiente en el que se encuentra. En este caso una resistencia mínima de  $30\text{N/mm}^2$ .

Resistencias mínimas recomendadas en función de los requisitos de durabilidad (\*)

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición												
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
Resistencia mínima ( $\text{N/mm}^2$ )	Masa	20	—	—	—	—	—	—	30	30	35	30	30	30
	Armado	25	25	30	30	30	35	30	30	30	35	30	30	30
	Pretensado	25	25	30	30	35	35	35	30	35	35	30	30	30

(\*) Estos valores reflejan las resistencias que pueden esperarse con carácter general cuando se emplean áridos de buena calidad y se respetan las especificaciones estrictas de durabilidad incluidas en esta Instrucción. Se trata de una tabla meramente orientativa, al objeto de fomentar la deseable coherencia entre las especificaciones de durabilidad y las especificaciones de resistencia. En este sentido, se recuerda que en algunas zonas geográficas en las que los áridos sólo pueden cumplir estrictamente las especificaciones definidos para ellos en esta Instrucción, puede ser complicado obtener estos valores.

Tabla 20: Durabilidad según tipo de exposición



#### 4.3. SU- Sobrecarga de uso

La sobrecarga debida al uso la dividiremos en tres secciones y se selecciona su carga según la tabla 3.1 del DB-SE-AE:

- Pertenece a la playa de la piscina-C4-5KN/m<sup>2</sup>
- Zona de maquinaria de climatización-A2 -3KN/m<sup>2</sup>
- Tejado de la estructura de vestuarios-G1-1KN/m<sup>2</sup>

**Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso**

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20º	1 <sup>(4)(6)</sup>	2
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
			Cubiertas con inclinación superior a 40º	0	2

*Tabla 21: Valores característicos de las sobrecargas de uso [2]*

#### 4.4. N-Nieve

Nieve sobre la cubierta de vestuarios el valor característico de la sobrecarga de nieve viene indicado en las capitales de provincia en el CTE al tratarse de una piscina en Puente la Reina se tomará el lugar más cercano a este pueblo es decir Pamplona que tiene un altitud de 450m y sobrecarga de nieve de 0.7KN/m<sup>2</sup>, el coeficiente de forma será 1 ya que la cubierta es de 20º.

#### 4.5. V-Viento

Las acciones del viento están en gran parte condicionadas por el estado de la cubierta ya que marcará los huecos de la estructura

Otro aspecto que marcará especialmente las acciones del viento será el estado de los ventanales en caso de que estén abiertos ya que generarán succión o compresión interior, en este caso el propio CYPE colocará las cargas de viento y calculará la peor hipótesis. Pero se deberá colocar el ancho de banda del viento en CYPE además de tener en cuenta que según la dirección del viento las reacciones en las vigas de la cubierta serán unas u otras.

#### 4.6. Empuje de tierras

El empuje de tierras sobre el muro de sótano lo calculara el programa de cálculo CYPE tras indicarle los valores del tipo de tierra, los datos del estudio geológico se toma el de un suelo granular tipo, sin cohesión y rozamiento  $30^\circ$  (arena compacta), que es lo estándar:

- Angulo de talud:  $5^\circ$
- Densidad aparente:  $18 \text{ KN/m}^2$
- Densidad sumergida:  $11 \text{ KN/m}^2$
- Angulo de rozamiento interno:  $30^\circ$
- Evacuación por drenaje: 100%
- Cargas sobre el relleno: sin cargas

## 5. Hipótesis de carga sobre estructura de hormigón

Hay varias hipótesis posibles en este tipo de estructuras.

Pero varias de estas es innecesario realizar ya que las cargas sobre la cubierta son muy pequeñas y la estructura estará más solicitada en otras hipótesis a continuación se determinará cuales se realizarán y cuales no razonándolas.

Todas las hipótesis posibles sobre la estructura de hormigón son las indicadas:

### I. Si el viento actúa de forma longitudinal a la cubierta

#### 1. Cubierta cerrada

- 1.1. **Con huecos a barlovento:** En esta situación es cuando la cubierta estará más solicitada a succión por lo que esta es necesario realizarlo.
- 1.2. Con huecos a sotavento: Las cargas a compresión en esta situación son altas pero cuando la nave no tenga huecos las cargas de compresión son iguales a las que tendría una nave sin huecos así que teniendo en cuenta que el viento actuará sobre los muros en la siguiente hipótesis esta no es necesario realizarla.
- 1.3. Sin huecos: Se debe realizar cuando todas las cubiertas estén en el mismo punto y extrapolar esta viga a donde apoyan las demás cubiertas cuando está cerrada.

#### 2. Cubierta abierta

- 2.1. Con huecos a barlovento: No es necesario hacerlo ya que en la cubierta apenas afecta el viento
- 2.2. Con huecos a sotavento: No es necesario hacerlo ya que el viento apenas afecta
- 2.3. **Sin huecos:** En este estado el viento si afectará a los pilares de la estructura y teniendo en cuenta que cuando la cubierta está abierta es el mayor estado a compresión es necesario realizarlo.

### II. Si el viento actúa de forma transversal a la cubierta

1. **Viento sobre fachada de vestuarios:** Es obligatorio analizar esta hipótesis ya que la cubierta no afecta y aun no se ha analizado
2. **Viento sobre fachada del arco:** También es necesario ya que no se ha analizado.

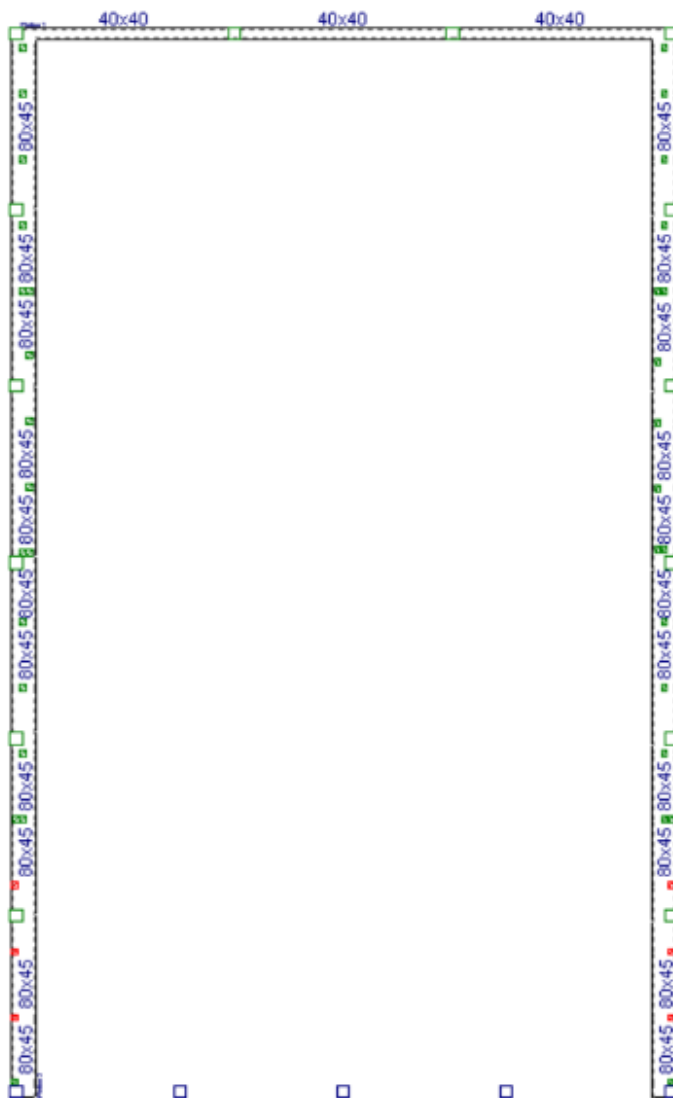
Además en estos dos últimos estados se realizarán con el mayor estado a compresión, es decir con la cubierta abierta y sin huecos, ya que el viento no afecta en esta situación a la cubierta no es necesario hacerlo a succión.

## 5.1. Hipótesis con huecos a barlovento

**Sótano:** Carga muro derecho de empuje

**Forjado 1:** -Carga de uso, en la piscina: 5Kn/m, cargas debido al graderío

**Forjado 3:** -Cargas muerta cubierta:



Nudos y reacciones barlovento y a succión	X (KN)	Z (KN)	My (KN/m)
N-256	-36,773	-6,149	-36,63
N-257	-91,205	-19,47	-83,5
N-258	-90,504	-18,12	-85,6
N-259	-91,205	-19,42	-83,5
N-260	-36,773	-6,149	-36,6
N-261	35,03	-16	16,27
N-262	92,798	-41,08	47,75
N-263	90,809	-40,224	45,91
N-264	92,792	-41,08	47,75
N-265	35,034	-16	16,27

Tabla 22: Reacciones y dirección con huecos a barlovento

Ilustración 43: Posición cargas con huecos a barlovento

Falta el pp de la cubierta que tapa la parte trasera de la piscina se introducirá como carga lineal.

Se trata de una tapa con una longitud de 2185cm y una altura de 220 cm.

Y para el Peso propio se calculará el peso de los perfiles y placas de policarbonato.

- Peso propio

Constará de dos perfiles IPE con una longitud total de 42.49m

Perfiles rectangulares longitud de 14metros

Placas de policarbonato superficie de 48.136m<sup>2</sup>.

En total una carga de 3.02KN/m<sup>2</sup>

**Forjado 4 y 5: Sobre viga lineal inclinadas nieve y uso cubierta**

- Carga de nieve: 1KN/m<sup>2</sup> \* 5.36m
- Carga de nieve: 1KN/m<sup>2</sup> \* 2.68m
- Carga de uso: 1KN/m<sup>2</sup> \* 5.36m
- Carga de uso: 1KN/m<sup>2</sup> \* 2.68m

**Viento:** Lo realizará el propio cype sobre toda la estructura al añadir los valores

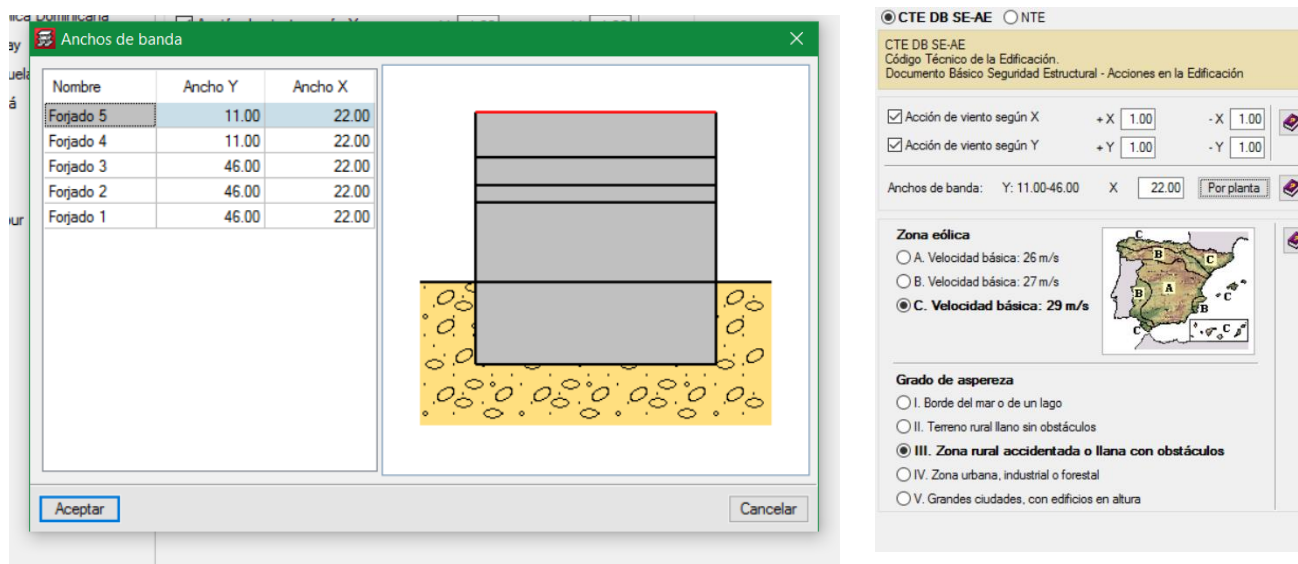


Ilustración 44: Anchos banda y viento en cype

- Reacciones

Se mostrará el armado en el anexo de planos, las reacciones de la viga más solicitada y las áreas necesarias se muestran a continuación. Esta imagen corresponde a la de una de las vigas que soporta la cubierta.

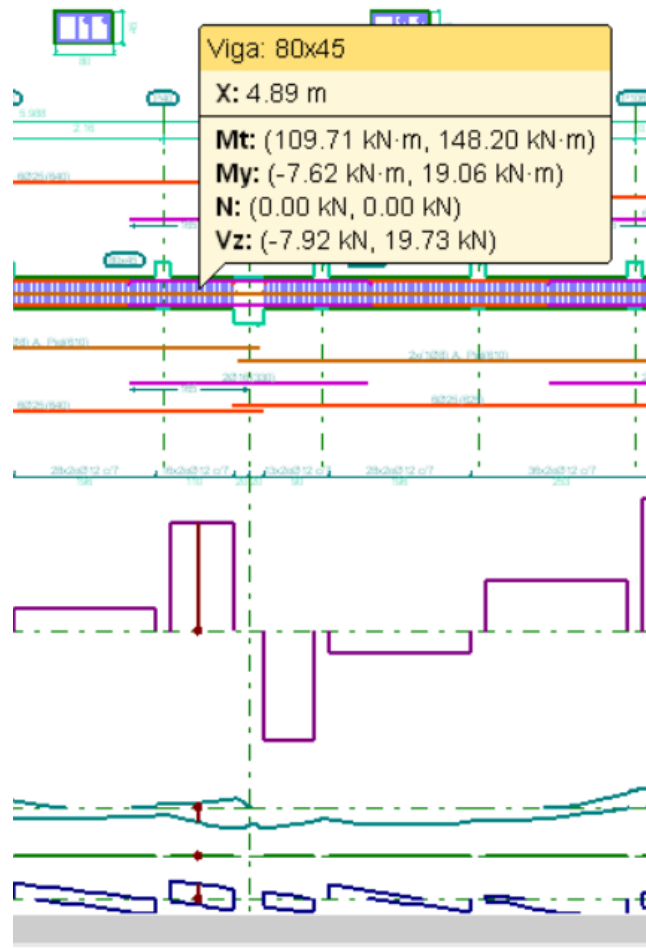


Ilustración 45: Reacciones en vigas

En esta imagen se muestra las cargas en el punto al lado del pilar 17, se observa como el que haya arranques distorsiona los diagramas de momentos y cortantes, pero es la única forma de poder introducir las cargas en la viga en vez de directamente sobre los pilares, si no se hiciera así sería como si los momentos no afectarían a la viga.

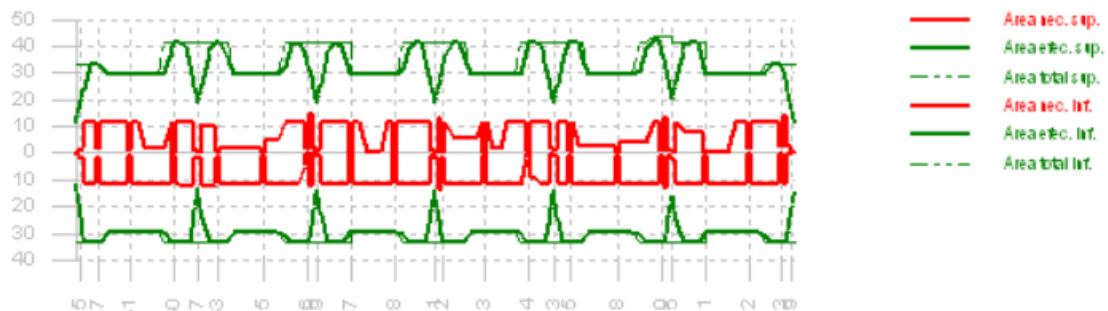


Ilustración 46: Áreas necesarias

- Deformada

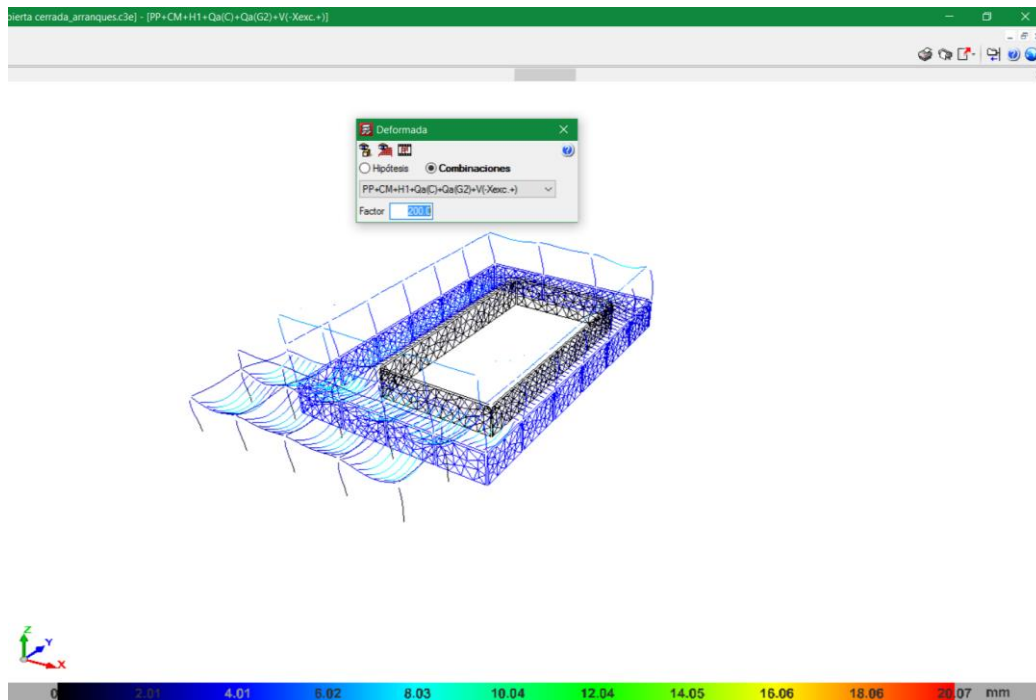


Ilustración 47: Deformada según hipótesis

Apenas se desplaza la estructura en las vigas, no más de 3mm en las peores condiciones, en la barra que se muestra debajo de la estructura se observa el valor de 20mm esto se debe a que los arranques sobre los que están las cargas se desplazan, esto puede hacer creer que las cargas no pasan a las vigas por eso en la siguiente imagen se muestra una imagen solo con las CM y de esa forma se ve como la cubierta tiene una gran importancia en las cargas.

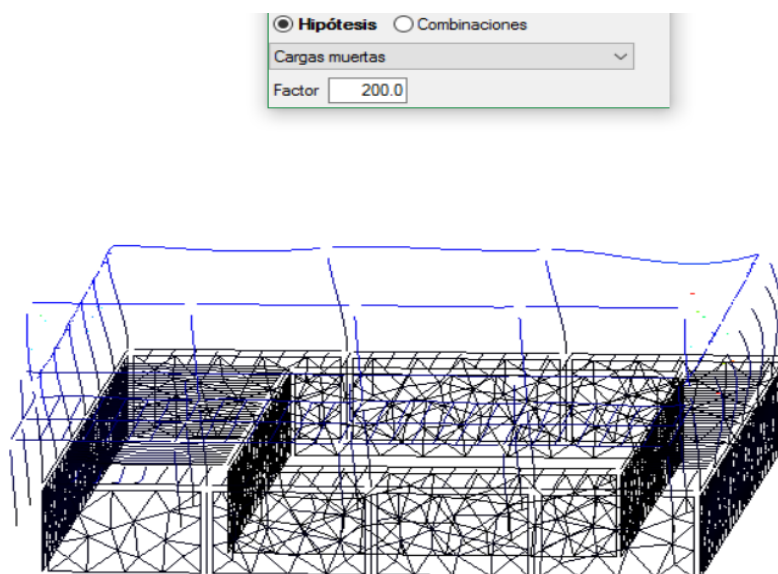


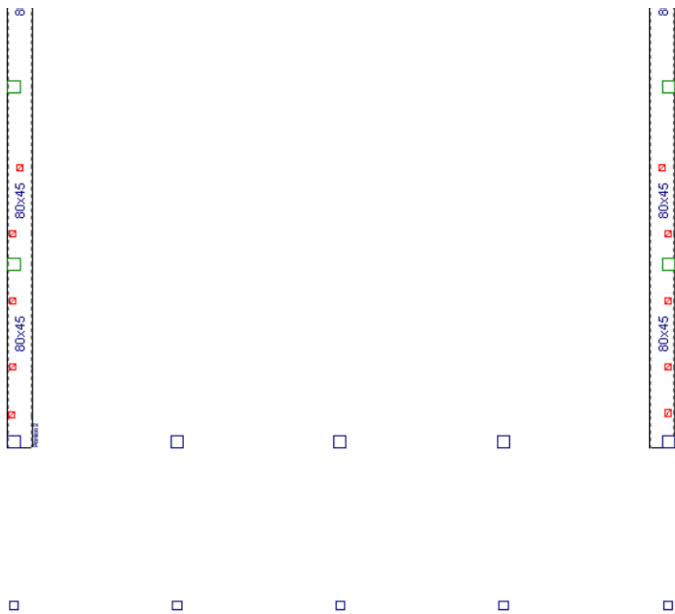
Ilustración 48: Deformada únicamente debida a la cubierta

## 5.2. Hipótesis sin huecos cubierta abierta

**Sótano:** Carga muro derecho de empuje

**Forjado 1:** -Carga de uso, en la piscina: 5Kn/m, cargas debido al graderio

**Forjado 3:** -Cargas muerta cubierta:



Nudos y reacciones debido a las cubiertas juntas	X	Z	My
N-256	79,798	35,616	53,53
N-257	153,735	65,491	101,6
N-258	150,72	63,31	101,27
N-259	153,735	65,491	101,6
N-260	79,798	35,61	53,53
N-261	-79,798	35,616	-53,53
N-262	-	-	-
N-263	-150,72	63,31	101,27
N-264	-	-	-
N-265	-79,798	30,129	-53,53

Ilustración 49: Posición cargas cubierta abierta

Tabla 23: Reacciones y sentido cargas

**Forjado 4 y 5:** Sobre viga lineal inclinadas nieve y uso cubierta

- Carga de nieve:  $1\text{KN/m}^2 * 5.36$
- Carga de nieve:  $1\text{KN/m}^2 * 2.68$
- Carga de uso:  $1\text{KN/m}^2 * 5.36$
- Carga de uso:  $1\text{KN/m}^2 * 2.68$



**Viento:** Lo realizará el propio cype sobre toda la estructura al añadir los valores

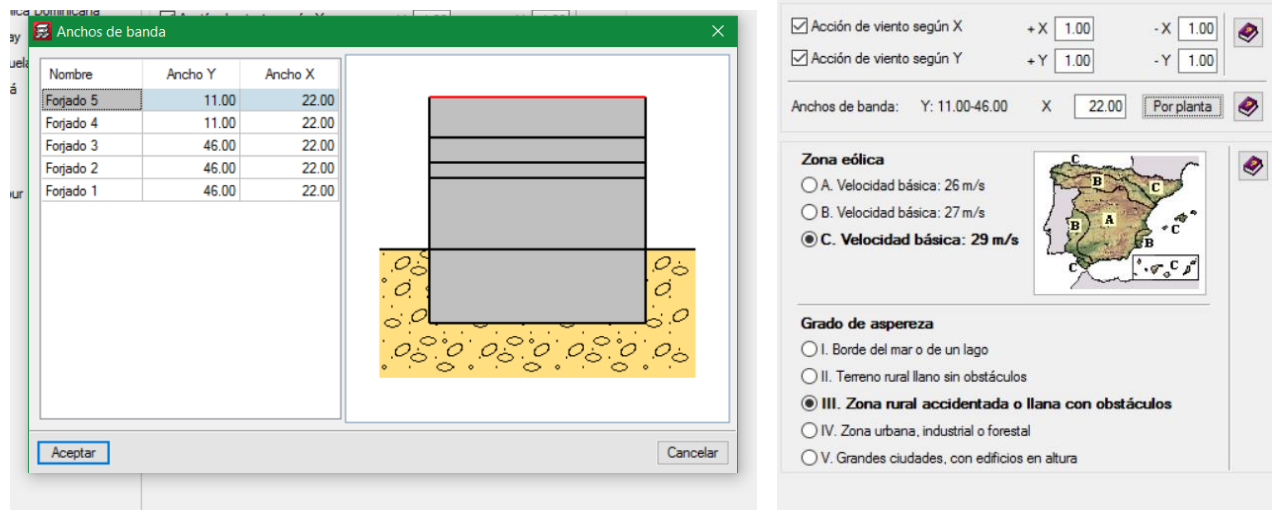


Ilustración 50: Anchos banda y viento en cype

## Reacciones



Ilustración 51: Reacciones y áreas necesarias en vigas

## Deformada

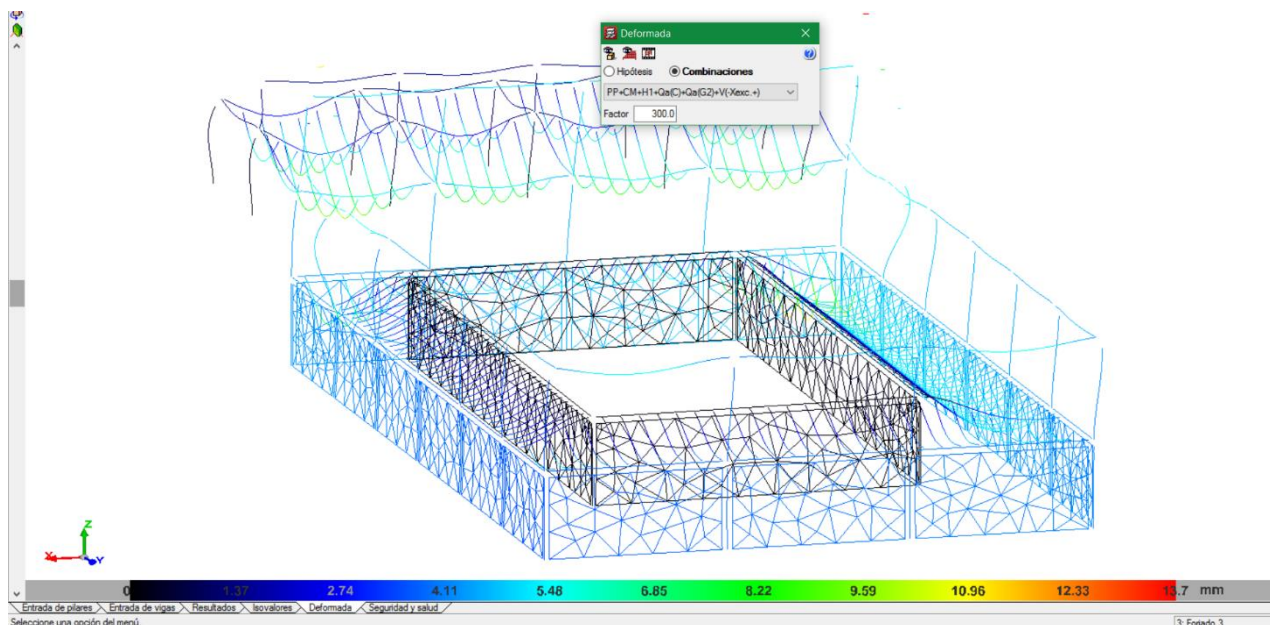


Ilustración 52: Deformada debido a hipótesis

### 5.3. Hipótesis de viento de forma longitudinal a la cubierta

**Sótano:** Carga muro derecho de empuje

**Forjado 1:** -Carga de uso, en la piscina: 5Kn/m, cargas debido al graderío

**Forjado 2:** -Carga de uso debido al uso primera planta 5Kn/m, carga muertas debido a las escaleras de acceso a la zona de máquinas

**Forjado 3: -Cargas muerta cubierta:**

Al encontrarse la piscina abierta puede ocurrir que en algún momento la cubierta sufra una succión por eso se toma como si estuviera solicitada de forma que esta carga muerta estuviera actuando aunque el CTE no contemple este tipo de situaciones pueden ocurrir, por otro lado en compresión apenas tendrá efecto por lo que se toma de esta manera.

En conclusión sería como el primer caso al que se ha solicitado con la dirección del viento en Y.

**Forjado 4 y 5: Sobre viga lineal inclinadas nieve y uso cubierta**

- **Carga de nieve:  $1\text{KN/m}^2 * 5.36$**
- **Carga de nieve:  $1\text{KN/m}^2 * 2.68$**
- **Carga de uso:  $1\text{KN/m}^2 * 5.36$**
- **Carga de uso:  $1\text{KN/m}^2 * 2.68$**

**Viento:** Lo realizará el propio cype sobre toda la estructura al añadir los valores

## Deformada

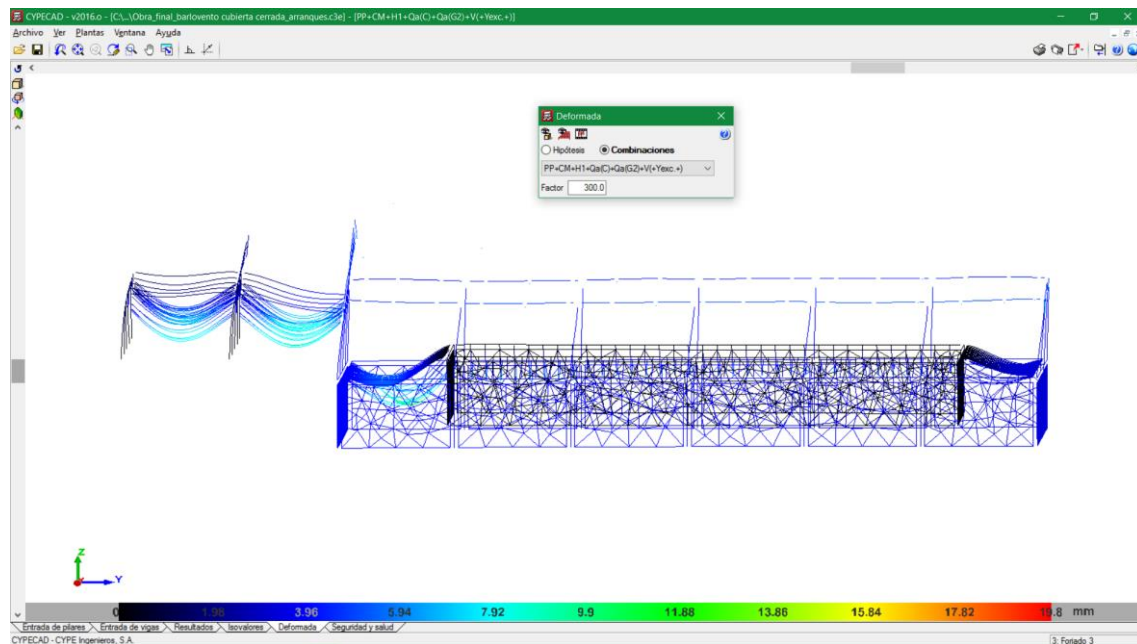


Ilustración 53: Deformada viento dirección Y+

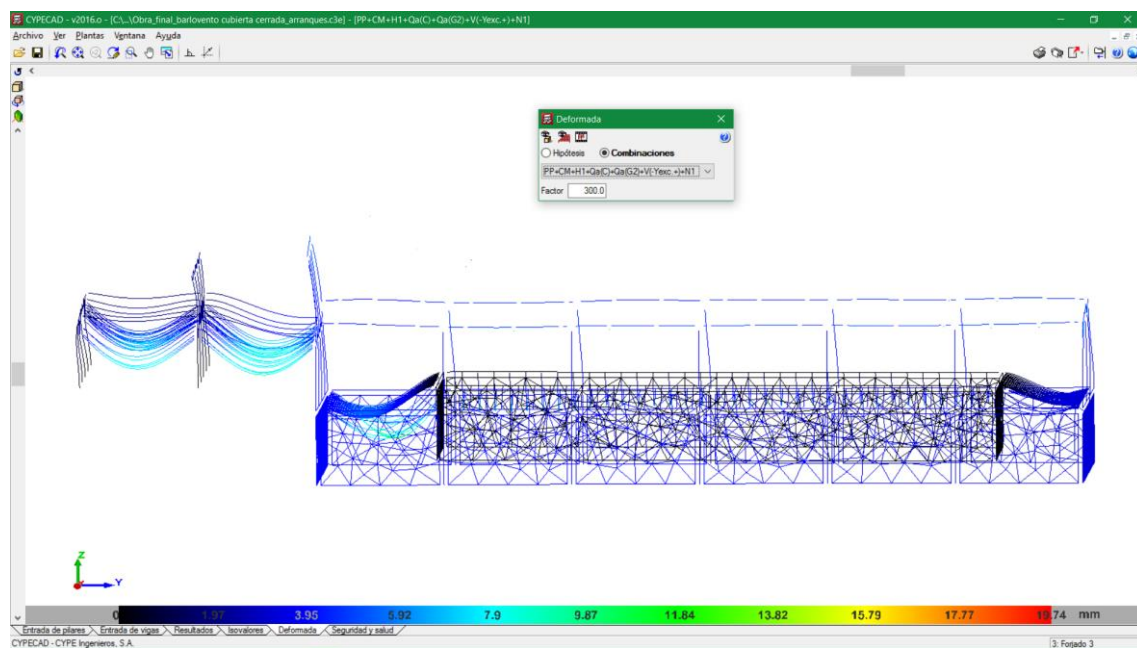


Ilustración 54: deformada dirección Y-

#### 5.4. Resultados hipótesis

Tras realizar todas estas hipótesis en cype el armado de vigas, zapatas y pilares es diferente en cada uno de ellos por lo que el procedimiento que se ha seguido ha sido iterativo:

- Calcular para una hipótesis armados, vigas, cimentación y pilares.
- Cambiar los armados de forma que fueran de sencillo montaje y lógicos ya que cype propone aquellos que más se ajustan a las solicitaciones.
- Igualar los pórticos que son iguales
- Cambiar hipótesis de carga, si la estructura aguantaba las solicitaciones dejarlo, sino cambiar y probar de nuevo la anterior para comprobar que se ajusta a las solicitaciones anteriores.
- Así hasta conseguir una estructura que sea capaz de aguantar las solicitaciones de todas las diferentes hipótesis.

El armado de vigas y pilares se mostrará en el anexo de planos, pero el más solicitado ha sido el segundo caso con las cubiertas abiertas y sin huecos, pese a que solo se da este caso en las primeras partes de la viga el armado se realizará en toda la longitud de la piscina igual, de esta forma se evita que en fase de construcción donde pueden estar todas las cubiertas en un lugar donde no deberían la estructura colapse.

## 6. Comprobación piscina

Para realizar los muros de la piscina se tomará como base de cálculo el libro de Montoya.

En primer lugar marca que el espesor del muro será 0.1 veces la altura del muro y nunca inferior a 20cm en cambio el de la solera nunca inferior al de la pared, por eso en un principio. Se tomará un espesor de 40 cm y 50 cm de solera. Ahora se calculará si es necesario más espesor, el depósito al no tener empuje de tierras bastará con realizar una hipótesis de presión hidrostática.

Mediante este cálculo se desea realizar una estimación de los valores de los muros de la piscina, de esta forma conocer el sitio del cual se dispone en las galerías, esto se debe a que el factor esquina no es fácil de calcular y tendría un estudio más amplio.



*Ilustración 55: Modelización piscina*

En esta imagen se muestra como se ha modelizado la piscina con varias losas que van entre los muros, que alzan la piscina de esta forma se pueda registrar en caso de fuga.

En la siguiente e imagen se muestra el desplazamiento que sufriría la losa del fondo.

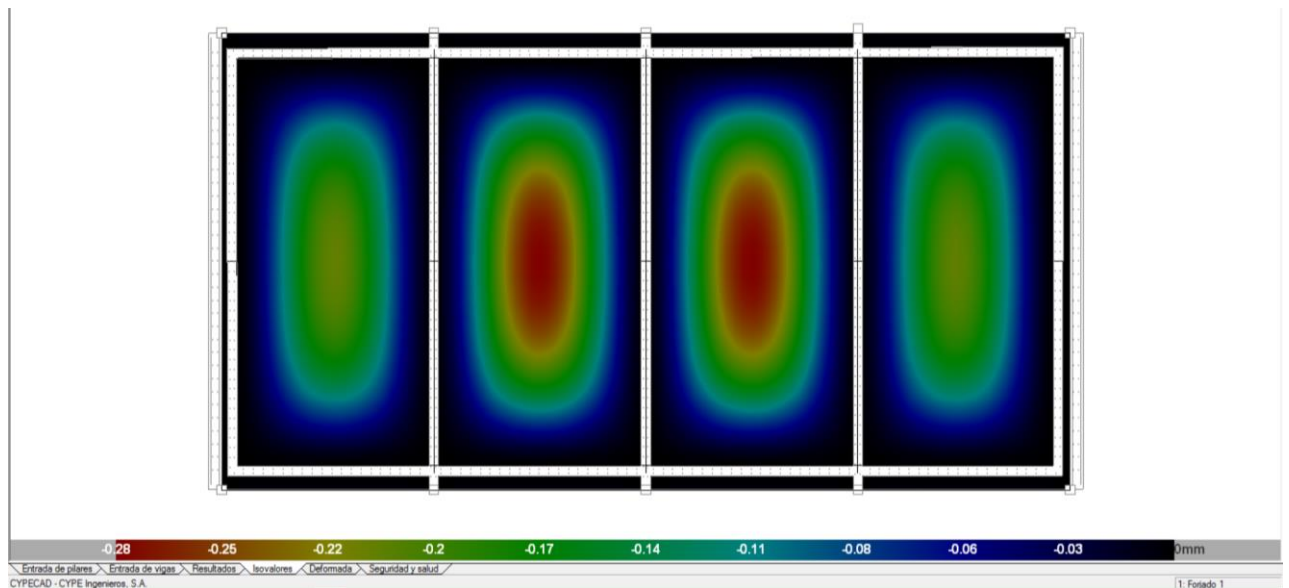


Ilustración 56: Desplazamiento losa piscina

Se observa como los desplazamientos son mínimos ni una cuarta parte de un mm.

Finalmente se mostrará el desplazamiento de los muros hacia el exterior.

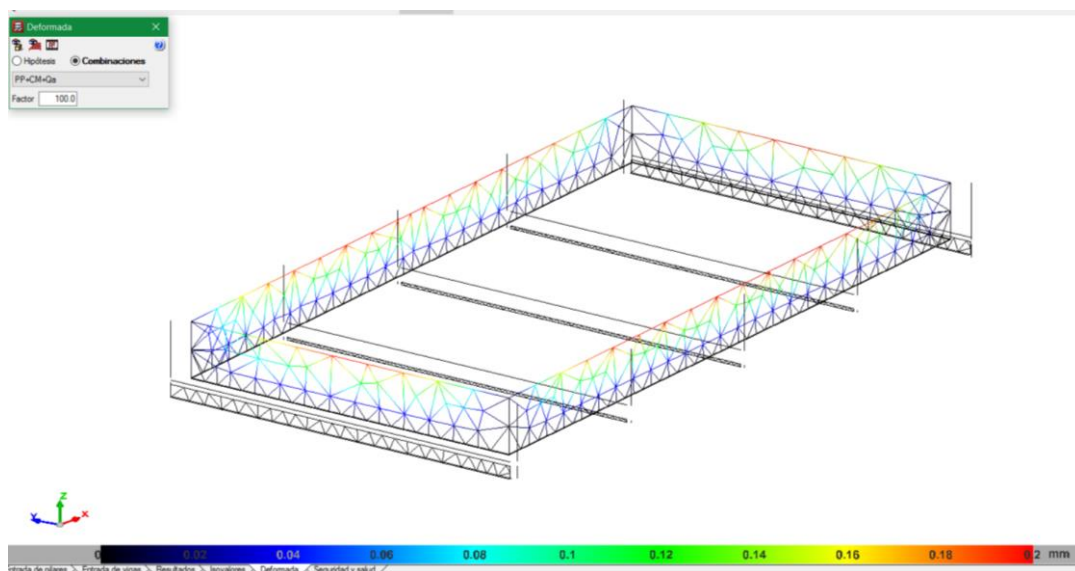


Ilustración 57: Desplazamiento muros piscina

Y al igual que la losa apenas sufre desplazamiento teniendo en cuenta los grosores que marca el libro de Montoya, por lo que se demuestra que las suposiciones realizadas siguiendo el libro son correctas.



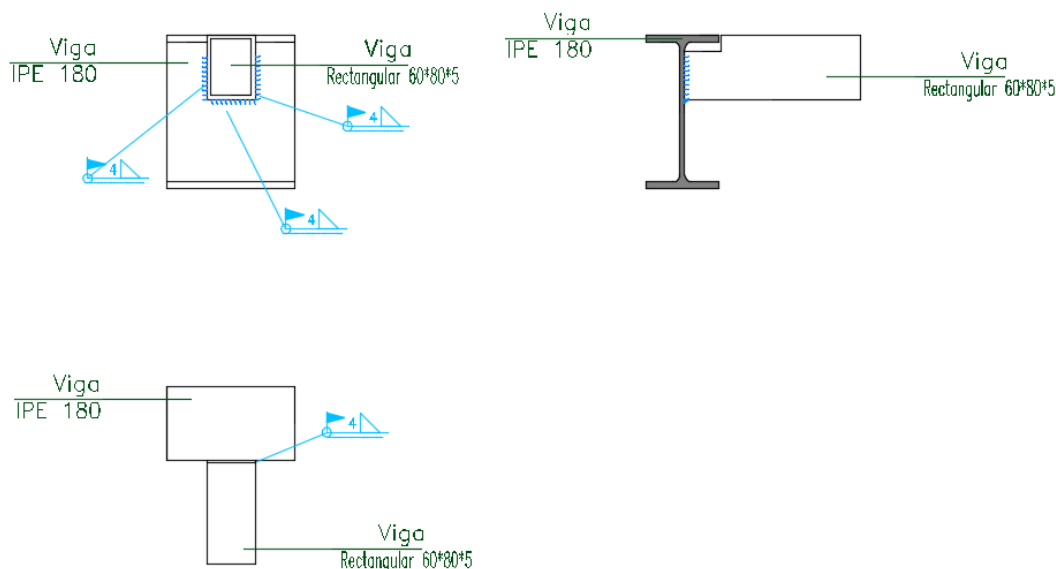
## 7. Comprobación uniones

Existen tres tipos de uniones que se deben comprobar para asegurar la estructura

- Unión entre las correas soldadas al arco.
- Unión soldada entre IPE y HEB
- Finalmente unión atornillada del pilar HEB al carro que irá sobre los raíles.

### 7.1. Unión soldada entre correas y arco

Este tipo de unión se realizará de tal forma que la parte superior de los dos perfiles en su plano neutro estén al mismo nivel. Tal y como se muestra en la imagen.



*Ilustración 58: Unión viga IPE perfil rectangular*

La comprobación a soldadura de este perfil se realizará mediante solidworks ya que cype no admite este tipo de uniones. Se puede observar como este tipo de uniones se plantean en el tomo 0\*\* bases de cálculo, dimensionamiento de elementos estructurales.



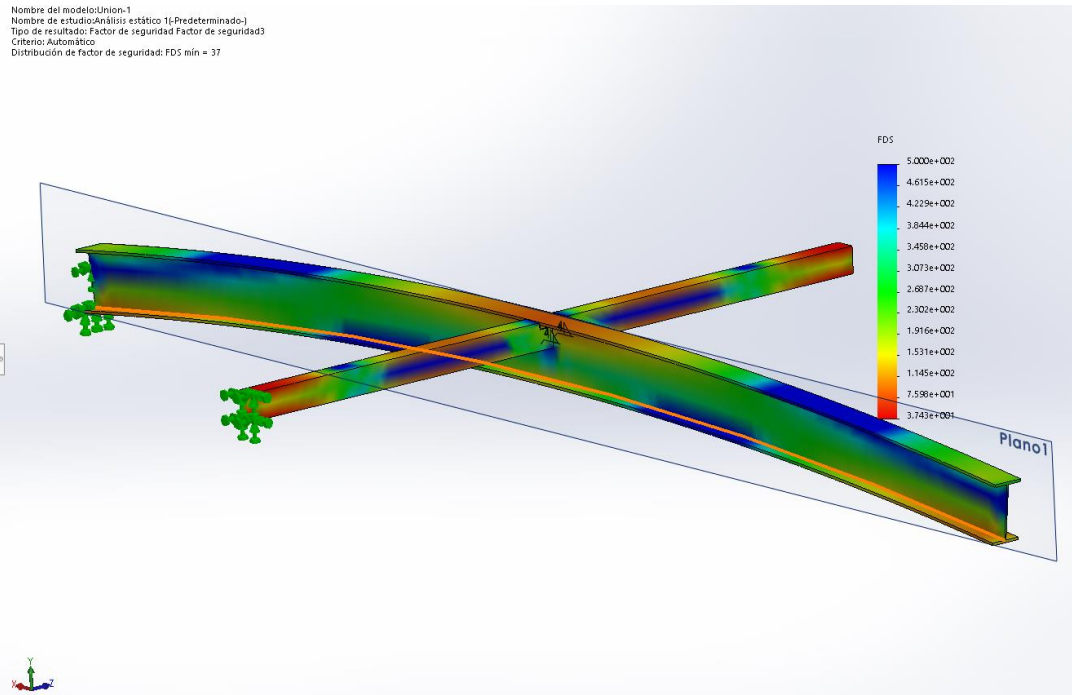


Ilustración 59: FDS unión arco con perfil rectangular

Tal y como se muestra la imagen esta unión no es la más solicitada y el factor de seguridad es muy alto.

## 7.2. Unión soldada viga HEB y perfil IPE

Esta unión estará muy solicitada especialmente cuando la cubierta este a compresión, esta unión se ha modelizado mediante CYPE introduciendo los momento, axiles y cortantes que llegan a este nudo desde la estructura.

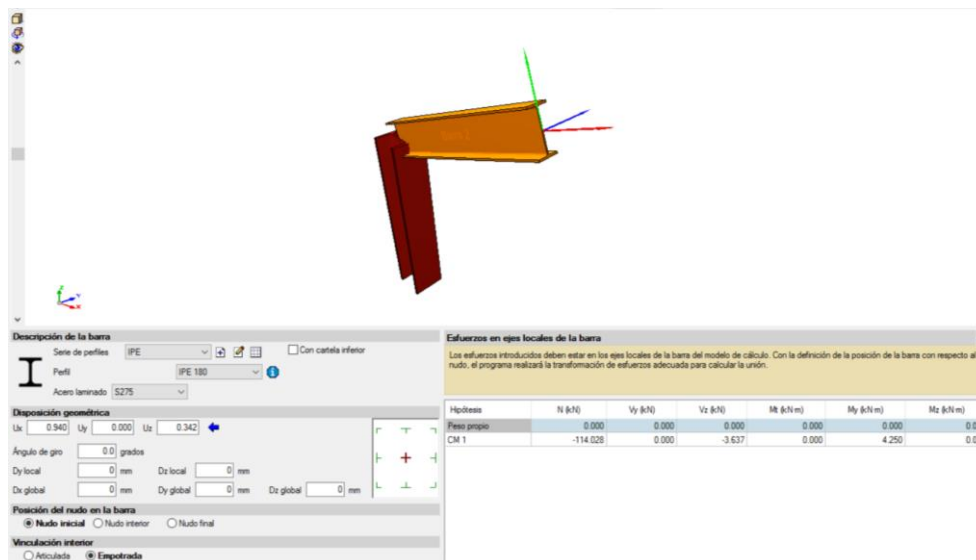


Ilustración 60: Cargas en unión

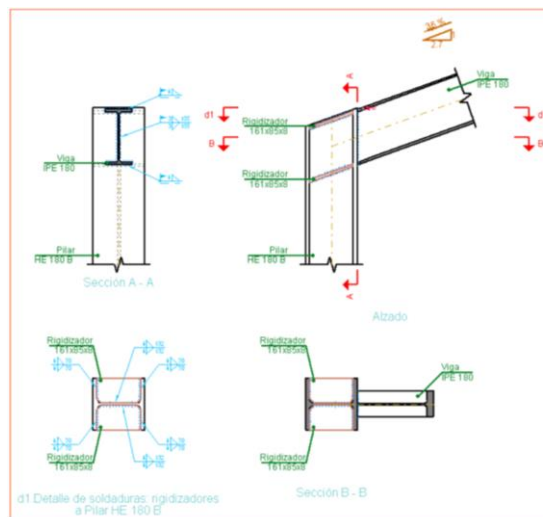


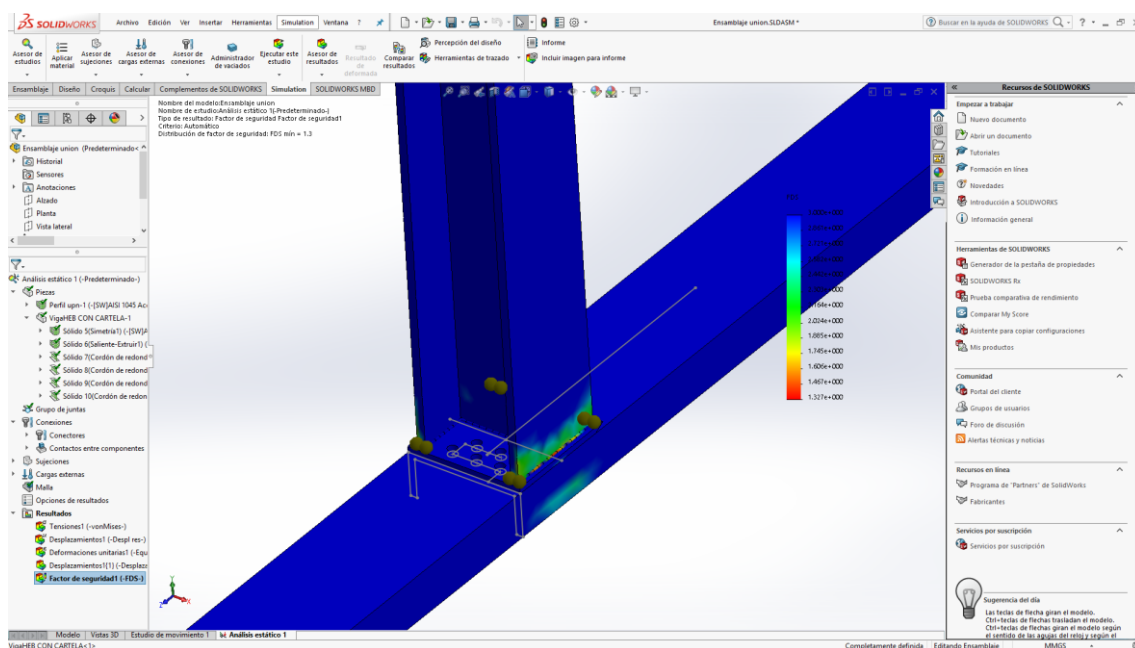
Ilustración 61: Plano unión

Como era de esperar al ser unión soldada harán falta unos rigidizadores para soportar las cargas en el nudo, además se necesitarán las platabandas laterales de 20mm en la continuación de la viga.

### 7.3. Unión pilar HEB con sistema de movimiento

El sistema de movimiento se ha planteado como un perfil que se transporta mediante unas ruedas a través de una viga Phoenix encima de la viga, este carro se unirá al pilar de la cubierta mediante un perfil UPN-200.

En el siguiente ensayo mediante solidworks se comprobará la unión de la chapa final del perfil, puesto que tendrá que soportar la unión soldada del pilar HEB-200 y de la unión atornillada al perfil UPN.



*Ilustración 62: Unión pilar a perfil UPN*

Se muestra como esta parte está muy solicitada ya que la soldadura y la chapa sufren mucho, pese a que el FDS sea de 1.3 se ha de tener en cuenta que es en la peor hipótesis y con cargas mayoradas además de no haber puesto las platabandas para estar por el lado de la seguridad.

**X**

Ander Oroz Arbizu  
Estudiante grado Ingeniería mecánica

**X**

Firmante

20 de Junio de 2017



# III. Planos

## Índice de planos

1.	Plano de situación .....	1
2.	Plano de emplazamiento .....	2
3.	Sótano .....	3
4.	Planta baja .....	4
5.	Segunda planta y planta railes .....	5
6.	Cubierta cerrada .....	6
7.	Cubierta abierta .....	7
8.	Alzados .....	8
9.	Secciones.....	9
10.	Zapatas y vigas de atado .....	10
11.	Muros y zapatas corridas .....	11
12.	Pilares.....	12
13.	Forjado-1 .....	13
14.	Forjado-2 .....	14
15.	Armado vigas-1 .....	15
16.	Armado vigas-2 .....	16
17.	Cubiertas .....	17
18.	Uniones .....	18

## 1. Plano de situación

## 2. Plano de emplazamiento



### 3. Sótano

## 4. Planta baja

## 5. Segunda planta y planta railes

## 6. Cubierta cerrada

## 7. Cubierta abierta

## 8. Alzados

## 9. Secciones

## 10. Zapatas y vigas de atado



## 11. Muros y zapatas corridas

## 12. Pilares

### 13. Forjado-1

## 14. Forjado-2

## 15. Armado vigas-1

## 16. Armado vigas-2

## 17. Cubiertas

## 18. Uniones



## IV. Pliego de condiciones

## Índice pliego de condiciones

1.	DISPOSICIONES GENERALES.....	1
1.1.	Naturaleza y objeto del pliego general.....	1
1.2.	Documentación del contrato de obra.....	1
2.	CONDICIONES TECNICAS PARTÍCULARES.....	2
2.1.	Calidad de los materiales.....	2
2.2.	Pruebas y ensayos de materiales.....	2
2.3.	Materiales no consignados en proyecto.....	2
2.4.	Condiciones generales de ejecución.....	2
2.5.	Movimiento de tierras.....	1
2.5.1.	Explanación y préstamos.....	1
2.5.2.	Vaciados.....	8
2.5.3.	Excavación de zanjas y pozos.....	12
2.5.4.	Relleno y apisonado de zanjas y pozos.....	16
2.6.	Hormigones.....	18
2.6.1.	De los componentes.....	18
2.6.2.	De la ejecución del elemento.....	28
2.6.3.	Medición y abono.....	35
2.7.	Soportes de hormigón armado.....	36
2.7.1.	De los componentes.....	36
2.7.2.	De la ejecución.....	37
2.7.3.	Medición y abono.....	39
2.7.4.	Mantenimiento.....	40
2.8.	Vigas de hormigón armado.....	41
2.8.1.	De los componentes.....	41
2.8.2.	De la ejecución.....	42
2.8.3.	Medición y abono.....	45
2.8.4.	Mantenimiento.....	45
2.9.	Estructuras metálicas.....	46
2.9.1.	De los componentes.....	46
2.9.2.	De la ejecución.....	47
2.9.3.	Medición y abono.....	49

## **1. DISPOSICIONES GENERALES**

### **1.1. Naturaleza y objeto del pliego general**

El presente Pliego de Condiciones particulares del Proyecto tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

### **1.2. Documentación del contrato de obra**

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de: sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. º Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
2. º Memoria, planos, mediciones y presupuesto.
3. º El presente Pliego de Condiciones particulares.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

## 2. CONDICIONES TECNICAS PARTICULARES

### EPÍGRAFE 1: CONDICIONES GENERALES

#### 2.1. Calidad de los materiales.

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995, de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas Europeas que les sean de aplicación.

#### 2.2. Pruebas y ensayos de materiales.

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

#### 2.3. Materiales no consignados en proyecto.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

#### 2.4. Condiciones generales de ejecución.

Condiciones generales de ejecución. Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 7 del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación

## EPÍGRAFE 2: CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES Y CONDICIONES PARA LAS UNIDADES DE EJECUCIÓN DE OBRA

### 2.5. Movimiento de tierras

#### 2.5.1. Explanación y préstamos.

Ejecución de desmontes y terraplenes para obtener en el terreno una superficie regular definida por los planos donde habrá de realizarse otras excavaciones en fase posterior, asentarse obras o simplemente para formar una explanada. Comprende además los trabajos previos de limpieza y desbroce del terreno y la retirada de la tierra vegetal.

- El desmonte a cielo abierto consiste en rebajar el terreno hasta la cota de profundidad de la explanación.

- El terraplenado consiste en el relleno con tierras de huecos del terreno o en la elevación del nivel del mismo.

- Los trabajos de limpieza del terreno consisten en extraer y retirar de la zona de excavación, los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, escombros, basuras o cualquier tipo de material no deseable, así como excavación de la capa superior de los terrenos cultivados o con vegetación, mediante medios manuales o mecánicos.

- La retirada de la tierra vegetal consiste en rebajar el nivel del terreno mediante la extracción, por medios manuales o mecánicos, de la tierra vegetal para obtener una superficie regular definida por los planos donde se han de realizar posteriores excavaciones.

##### 2.5.1.1. De los componentes

Productos constituyentes

Tierras de préstamo o propias.

Control y aceptación

- En la recepción de las tierras se comprobará que no sean expansivas, no contengan restos vegetales y no estén contaminadas.

- Préstamos.

- El contratista comunicará al director de obra, con suficiente antelación, la apertura de los préstamos, a fin de que se puedan medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado.

- En el caso de préstamos autorizados, una vez eliminado el material inadecuado, se realizarán los oportunos ensayos para su aprobación, si procede, necesarios para determinar las características físicas y mecánicas del nuevo suelo: Identificación granulométrica. Límite líquido. Contenido de humedad. Contenido de materia orgánica. Índice CBR e hinchamiento. Densificación de los suelos bajo una determinada energía de compactación (ensayos "Proctor Normal" y "Proctor Modificado").

- El material inadecuado, se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto.
- Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.
- Caballeros.
- Los caballeros que se forman, deberán tener forma regular, y superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas y taludes estables que eviten cualquier derrumbamiento.
- Deberán situarse en los lugares que al efecto señale el director de obra y se cuidará de evitar arrastres hacia la excavación o las obras de desagüe y de que no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos, ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones.
- El material vertido en caballeros no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

#### *2.5.1.2. De la ejecución*

#### **Preparación**

- Se solicitará de las correspondientes compañías la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan verse afectadas, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.
- Se solicitará la documentación complementaria acerca de los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica.
- Replanteo. Se marcarán unos puntos de nivel sobre el terreno, indicando el espesor de tierra vegetal a excavar.
- En el terraplenado se excavará previamente el terreno natural, hasta una profundidad no menor que la capa vegetal, y como mínimo de 15 cm, para preparar la base del terraplenado.

A continuación, para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno, se escarificará éste.

Cuando el terreno natural presente inclinaciones superiores a 1/5, se excavará, realizando bermas de una altura entre 50 y 80 cm y una longitud no menor de 1,50 m, con pendientes de mesetas del 4%, hacia adentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables.

Si el terraplén hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de éste material o su consolidación.

### **Fases de ejecución**

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras.

- Limpieza y desbroce del terreno y retirada de la tierra vegetal.

Los árboles a derribar caerán hacia el centro de la zona objeto de limpieza, levantándose vallas que acoten las zonas de arbolado o vegetación destinadas a permanecer en su sitio.

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm bajo la superficie natural del terreno.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces, se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado descubierto, y se compactará hasta que su superficie se ajuste al terreno existente.

La tierra vegetal se podrá acopiar para su posterior utilización en protecciones de taludes o superficies erosionables.

- Sostenimiento y entibaciones.

El contratista deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que realice, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno apropiados, a fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras, aunque tales medios no estuviesen definidos en el proyecto, ni hubieran sido ordenados por el director de obra.

- Evacuación de las aguas y agotamientos.

El contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la entrada de agua y mantener libre de agua la zona de las excavaciones. Las aguas superficiales serán desviadas y encauzadas antes de que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación, para evitar que la estabilidad del terreno pueda quedar disminuida por un incremento de presión del agua intersticial y para que no se produzcan erosiones de los taludes.

- Tierra vegetal.

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá y se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el director de obra.

- Desmontes.

Se excavará el terreno con pala cargadora, entre los límites laterales, hasta la cota de base de la máquina. Una vez excavado un nivel descenderá la máquina hasta el siguiente nivel ejecutando la misma operación hasta la cota de profundidad de la explanación. La diferencia de cota entre niveles sucesivos no será superior a 1,65 m.

En bordes con estructura de contención, previamente realizada, la máquina trabajará en dirección no perpendicular a ella y dejará sin excavar una zona de protección de ancho no menor de 1 m que se quitará a mano, antes de descender la máquina, en ese borde, a la franja inferior.

En los bordes ataluzados se dejará el perfil previsto, redondeando las aristas de pie, quiebro y coronación a ambos lados, en una longitud igual o mayor de 1/4 de la altura de la franja ataluzada. Cuando las excavaciones se realicen a mano, la altura máxima de las franjas horizontales será de 150 cm. Cuando el terreno natural tenga una pendiente superior a 1:5 se realizarán bermas de 50-80 cm de altura, 1,50 m de longitud y 4% de pendiente hacia dentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables, para facilitar los diferentes niveles de actuación de la máquina.

- Empleo de los productos de excavación.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos fijados en el proyecto, o que señale el director de obra. Las rocas o bolas de piedra que aparezcan en la explanada en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse.

- Excavación en roca.

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en no dañar los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada.

- Terraplenes.

La temperatura ambiente será superior a 2º C. Con temperaturas menores se suspenderán los trabajos.

Sobre la base preparada del terraplén, regada uniformemente y compactada, se extenderán tongadas sucesivas de anchura y espesor uniforme, paralelas a la explanación y con un pequeño desnivel, de forma que saquen aguas afuera.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes.

Los terraplenes sobre zonas de escasa capacidad portante se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras.

Salvo prescripción en contrario, los equipos de transporte y extensión operarán sobre todo el ancho de cada capa.

Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación si es necesario, de forma que el humedecimiento sea uniforme.

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo, o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

Conseguida la humectación más conveniente (según ensayos previos), se procederá a la compactación.



En función del tipo de tierras, se pasará el compactador a cada tongada, hasta alcanzar una densidad seca no inferior en el ensayo Próctor al 95%, o a 1,45 kg/dm<sup>3</sup>.

En los bordes, si son con estructuras de contención, se compactarán con compactador de arrastre manual y si son ataluzados, se redondearán todas sus aristas en una longitud no menor de 1/4 de la altura de cada franja ataluzada.

En la coronación del terraplén, en los 50 cm últimos, se extenderán y compactarán las tierras de igual forma, hasta alcanzar una densidad seca de 100%, e igual o superior a 1,75 kg/dm<sup>3</sup>.

La última tongada se realizará con material seleccionado.

Cuando se utilicen para compactar rodillos vibrantes, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiese podido causar la vibración, y sellar la superficie.

El relleno del trasdós de los muros, se realizará cuando éstos tengan la resistencia necesaria.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

- Taludes.

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

Si se tienen que ejecutar zanjas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material del relleno se compactará cuidadosamente.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc., dichos trabajos se realizarán inmediatamente después de la excavación del talud.

- Acabados

La superficie de la explanada quedará limpia y los taludes estables.

Control y aceptación

Unidad y frecuencia de inspección: 2 comprobaciones cada 1000 m<sup>2</sup> de planta.

Controles durante la ejecución: Puntos de observación.

- Limpieza y desbroce del terreno.

El control de los trabajos de desbroce se realizará mediante inspección ocular, comprobando que las superficies desbrozadas se ajustan a lo especificado. Se controlará:

- Situación del elemento.
- Cota de la explanación.
- Situación de vértices del perímetro.
- Distancias relativas a otros elementos.
- Forma y dimensiones del elemento.
- Horizontalidad: nivelación de la explanada.
- Altura: grosor de la franja excavada.
- Condiciones de borde exterior.
- Limpieza de la superficie de la explanada en cuanto a eliminación de restos vegetales y restos susceptibles de pudrición.

- Retirada de tierra vegetal.

- Comprobación geométrica de las superficies resultantes tras la retirada de la tierra vegetal.
- Desmontes.
- Control geométrico: se comprobarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo del eje, bordes de la explanación y pendiente de taludes, con mira cada 20 m como mínimo.

- Base del terraplén.

- Control geométrico: se comprobarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo.
- Excavación.
- Terraplenes:
- Nivelación de la explanada.
- Densidad del relleno del núcleo y de coronación.
- En el núcleo del terraplén, se controlará que las tierras no contengan más de un 25% en peso de piedras de tamaño superior a 15 cm. El contenido de material orgánico será inferior al 2%.
- En el relleno de la coronación, no aparecerán elementos de tamaño superior a 10 cm, y su cernido por el tamiz 0,08 UNE, será inferior al 35% en peso. El contenido de materia orgánica será inferior al 1%.

## **Conservación hasta la recepción de las obras**

- Terraplenes.

Se mantendrán protegidos los bordes ataluzados contra la erosión, cuidando que la vegetación plantada no se seque y en su coronación contra la acumulación de agua, limpiando los desagües y canaletas cuando estén obstruidos, asimismo se cortará el suministro de agua cuando se produzca una fuga en la red, junto a un talud.

No se concentrarán cargas superiores a 200 kg/m<sup>2</sup> junto a la parte superior de bordes ataluzados ni se modificará la geometría del talud socavando en su pie o coronación.

Cuando se observen grietas paralelas al borde del talud se consultará a técnico competente que dictaminará su importancia y en su caso la solución a adoptar.

No se depositarán basuras, escombros o productos sobrantes de otros tajos, y se regará regularmente.

Se mantendrán exentos de vegetación, tanto en la superficie como en los taludes.

### *2.5.1.3. Medición y abono*

- Metro cuadrado de limpieza y desbroce del terreno.

Con medios manuales o mecánicos.

- Metro cúbico de retirada de tierra vegetal.

Retirado y apilado de capa de tierra vegetal, con medios manuales o mecánicos.

- Metro cúbico de desmonte.

Medido el volumen excavado sobre perfiles, incluyendo replanteo y afinado.

Si se realizaran mayores excavaciones que las previstas en los perfiles del proyecto, el exceso de excavación se justificará para su abono.

- Metro cúbico de base del terraplén.

Medido el volumen excavado sobre perfiles, incluyendo replanteo, desbroce y afinado.

- Metro cúbico de terraplén.

Medido el volumen rellenado sobre perfiles, incluyendo la extensión, riego, compactación y refino de taludes.

### 2.5.2. Vaciados

Excavaciones a cielo abierto realizadas con medios manuales y/o mecánicos, que en todo su perímetro quedan por debajo del suelo, para anchos de excavación superiores a 2 m.

#### 2.5.2.1. *De los componentes*

Productos constituyentes

- Entibaciones: tabloneros y codales de madera, clavos, cuñas, etc.
- Maquinaria: pala cargadora, compresor, martillo neumático, martillo rompedor.
- Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.

El soporte

El terreno propio.

#### 2.5.2.2. *De la ejecución*

##### **Preparación**

Antes de empezar el vaciado, el director de obra aprobará el replanteo efectuado.

Las camillas del replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que no puedan ser afectados por el vaciado, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos se anotarán en un estadillo para su control por la dirección facultativa.

Para las instalaciones que puedan ser afectadas por el vaciado, se recabará de sus Compañías la posición y solución a adoptar, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Además se comprobará la distancia, profundidad y tipo de la cimentación y estructura de contención de los edificios que puedan ser afectados por el vaciado.

Antes de comenzar los trabajos, se revisará el estado de las entibaciones, reforzándolas si fuera necesario, así como las construcciones próximas, comprobando si se observan asentamientos o grietas.

##### **Fases de ejecución**

El contratista deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que realice, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno apropiado, a fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras.

Además, el director de obra podrá ordenar la colocación de apeos, entibaciones, protecciones, refuerzos o cualquier otra medida de sostenimiento o protección en cualquier momento de la ejecución del elemento de las obras.

El contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la entrada de agua y mantener libre de agua la zona de las excavaciones. A estos fines se construirán las protecciones, zanjas y cunetas, drenajes y conductos de desagüe que sean necesarios.

Si apareciera el nivel freático, se mantendrá la excavación en cimientos libre de agua así como el relleno posterior, para ello se dispondrá de bombas de agotamiento, desagües y canalizaciones de capacidad suficiente.

Los pozos de acumulación y aspiración de agua se situarán fuera del perímetro de la cimentación y la succión de las bombas no producirá socavación o erosiones del terreno, ni del hormigón colocado.

No se realizará la excavación del terreno a tumbo, socavando el pie de un macizo para producir su vuelco.

No se acumularán terrenos de excavación junto al borde del vaciado, separándose del mismo una distancia igual o mayor a dos veces la profundidad del vaciado.

En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo del vaciado, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados.

El refino y saneo de las paredes del vaciado, se realizará para cada profundidad parcial no mayor de 3 m.

En caso de lluvia y suspensión de los trabajos, los frentes y taludes quedarán protegidos.

Se suspenderán los trabajos de excavación cuando se encuentre cualquier anomalía no prevista, como variación de los estratos, cursos de aguas subterráneas, restos de construcciones, valores arqueológicos y se comunicará a la dirección facultativa.

El vaciado se podrá realizar:

a. Sin bataches.

El terreno se excavará entre los límites laterales hasta la profundidad definida en la documentación. El ángulo del talud será el especificado. El vaciado se realizará por franjas horizontales de altura no mayor de 1,50 m o de 3 m, según se ejecute a mano o a máquina, respectivamente. En los bordes con elementos estructurales de contención y/o medianeros, la máquina trabajará en dirección no perpendicular a ellos y se dejará sin excavar una zona de protección de ancho no menor de 1 m, que se quitará a mano antes de descender la máquina en ese borde a la franja inferior.

b. Con bataches.

Una vez replanteados los bataches se iniciará, por uno de los extremos del talud, la excavación alternada de los mismos.

A continuación se realizarán los elementos estructurales de contención en las zonas excavadas y en el mismo orden.

Los bataches se realizarán, en general, comenzando por la parte superior cuando se realicen a mano y por su parte inferior cuando se realicen con máquina.

· Excavación en roca.

Cuando las diaclasas y fallas encontradas en la roca, presenten buzamientos o direcciones propicias al deslizamiento del terreno de cimentación, estén abiertas o rellenas de material milonitizado o arcilloso, o bien destaquen sólidos excesivamente pequeños, se profundizará la excavación hasta encontrar terreno en condiciones favorables.

Los sistemas de diaclasas, las individuales de cierta importancia y las fallas, aunque no se consideren peligrosas, se representarán en planos, en su posición, dirección y buzamiento, con indicación de la clase de material de relleno, y se señalarán en el terreno, fuera de la superficie a cubrir por la obra de fábrica, con objeto de facilitar la eficacia de posteriores tratamientos de inyecciones, anclajes, u otros.

**Acabados**

· Nivelación, compactación y saneo del fondo.

En la superficie del fondo del vaciado, se eliminarán la tierra y los trozos de roca sueltos, así como las capas de terreno inadecuado o de roca alterada que por su dirección o consistencia pudieran debilitar la resistencia del conjunto. Se limpiarán también las grietas y hendiduras rellenándolas con hormigón o con material compactado.

También los laterales del vaciado quedarán limpios y perfilados.

La excavación presentará un aspecto cohesivo. Se eliminarán los lentejones y se repasará posteriormente.

**Control y aceptación**

Unidad y frecuencia de inspección: 2 comprobaciones cada 1000 m<sup>2</sup> de planta.

Controles durante la ejecución: Puntos de observación.

· Replanteo:

- Dimensiones en planta y cotas de fondo.

· Durante el vaciado del terreno:

- Comparar terrenos atravesados con lo previsto en Proyecto y Estudio Geotécnico.

- Identificación del terreno de fondo en la excavación. Compacidad.

- Comprobación cota de fondo.

- Excavación colindante a medianerías. Precauciones. Alcanzada la cota inferior del vaciado, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras.
- Nivel freático en relación con lo previsto.
- Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.
- Entibación. Se mantendrá un control permanente de las entibaciones y sostenimientos, reforzándolos y/o sustituyéndolos si fuera necesario.
- Altura: grosor de la franja excavada, una vez por cada 1000 m<sup>3</sup> excavados, y no menos de una vez cuando la altura de la franja sea igual o mayor de 3 m.
- Condiciones de no aceptación.
- Errores en las dimensiones del replanteo superiores al 2,5/1000 y variaciones de 10 cm.
- Zona de protección de elementos estructurales inferior a 1 m.
- Angulo de talud: superior al especificado en más de 2 °.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias admitidas, deberán ser corregidas por el contratista.

#### **Conservación hasta la recepción de las obras**

Se tomarán las medidas necesarias para asegurar que las características geométricas permanezcan estables, protegiéndose el vaciado frente a filtraciones y acciones de erosión o desmoronamiento por parte de las aguas de escorrentía.

##### *2.5.2.3. Criterios de medición*

- Metro cúbico de excavación a cielo abierto.

Medido en perfil natural una vez comprobado que dicho perfil es el correcto, en todo tipo de terrenos (deficientes, blandos, medios, duros y rocosos), con medios manuales o mecánicos (pala cargadora, compresor, martillo rompedor). Se establecerán los porcentajes de cada tipo de terreno referidos al volumen total.

El exceso de excavación deberá justificarse a efectos de abono.

### 2.5.3. Excavación de zanjas y pozos

Excavaciones abiertas y asentadas en el terreno, accesibles a operarios, realizadas con medios manuales o mecánicos, con ancho o diámetro no mayor de 2 m ni profundidad superior a 7 m.

Las zanjas son excavaciones con predominio de la longitud sobre las otras dos dimensiones, mientras que los pozos son excavaciones de boca relativamente estrecha con relación a su profundidad.

Los bataches son excavaciones por tramos en el frente de un talud, cuando existen viales o cimentaciones próximas.

#### 2.5.3.1. De los componentes

Productos constituyentes

- Entibaciones: tabloneros y codales de madera, clavos, cuñas, etc.
- Maquinaria: pala cargadora, compresor, retroexcavadora, martillo neumático, martillo rompedor, motoniveladora, etc.
- Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua, etc.

#### 2.5.3.2. De la ejecución

##### **Preparación**

Antes de comenzar las excavaciones, estarán aprobados por la dirección facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte.

Las camillas de replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones, y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m.

Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se protegerán los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por la excavación, como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillado, farolas, árboles, etc.

Se dispondrán puntos fijos de referencia, en lugares que no puedan ser afectados por la excavación, a los que se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas señalados en la documentación técnica. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos, se anotarán en un estadillo para su control por la dirección facultativa.

Se determinará el tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de dos veces la profundidad de la zanja.

Se evaluará la tensión de compresión que transmite al terreno la cimentación próxima.

El contratista notificará al director de las obras, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.



### **Fases de ejecución**

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el director de obra autorizará el inicio de la excavación.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene por la dirección facultativa.

El director de obra podrá autorizar la excavación en terreno meteorizable o erosionable hasta alcanzar un nivel equivalente a 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería o conducción a instalar y posteriormente excavar, en una segunda fase, el resto de la zanja hasta la rasante definitiva del fondo.

El comienzo de la excavación de zanjas o pozos, cuando sea para cimientos, se acometerá cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su construcción, y se excavarán los últimos 30 cm en el momento de hormigonar.

Los fondos de las zanjas se limpiarán de todo material suelto y sus grietas o hendiduras se rellenarán con el mismo material que constituya el apoyo de la tubería o conducción.

En general, se evitará la entrada de aguas superficiales a las excavaciones, achicándolas lo antes posible cuando se produzcan, y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas.

Cuando los taludes de las excavaciones resulten inestables, se entibarán.

En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo de la excavación, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las construcciones y/o terrenos adyacentes, así como de vallas y/o cerramientos.

Una vez alcanzadas las cotas inferiores de los pozos o zanjas de cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras.

Los productos de excavación de la zanja, aprovechables para su relleno posterior, se podrán depositar en caballeros situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de un mínimo de 60 cm.

· Los pozos junto a cimentaciones próximas y de profundidad mayor que ésta, se excavarán con las siguientes prevenciones:

- reduciendo, cuando se pueda, la presión de la cimentación próxima sobre el terreno, mediante apeos,
- realizando los trabajos de excavación y consolidación en el menor tiempo posible,
- dejando como máximo media cara vista de zapata pero entibada,
- separando los ejes de pozos abiertos consecutivos no menos de la suma de las separaciones entre tres zapatas aisladas o mayor o igual a 4 m en zapatas corridas o losas,
- no se considerarán pozos abiertos los que ya posean estructura definitiva y consolidada de contención o se hayan rellenado compactando el terreno.
- Cuando la excavación de la zanja se realice por medios mecánicos, además, será necesario:
  - que el terreno admita talud en corte vertical para esa profundidad,

- que la separación entre el tajo de la máquina y la entibación no sea mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

- En general, los bataches comenzarán por la parte superior cuando se realicen a mano y por la inferior cuando se realicen a máquina.

Se acotará, en caso de realizarse a máquina, la zona de acción de cada máquina.

Podrán vaciarse los bataches sin realizar previamente la estructura de contención, hasta una profundidad máxima, igual a la altura del plano de cimentación próximo más la mitad de la distancia horizontal, desde el borde de coronación del talud a la cimentación o vial más próximo.

Cuando la anchura del batache sea igual o mayor de 3 m, se entibará.

Una vez replanteados en el frente del talud, los bataches se iniciarán por uno de los extremos, en excavación alternada.

No se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales, junto al borde del batache, debiendo separarse del mismo una distancia no menor de dos veces su profundidad.

### **Acabados**

Refino, limpieza y nivelación.

Se retirarán los fragmentos de roca, lascas, bloques, y materiales térreos, que hayan quedado en situación inestable en la superficie final de la excavación, con el fin de evitar posteriores desprendimientos.

El refino de tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo, si por alguna circunstancia se produce un sobreancho de excavación, inadmisibles bajo el punto de vista de estabilidad del talud, se rellenará con material compactado.

En los terrenos meteorizables o erosionables por lluvias, las operaciones de refino se realizarán en un plazo comprendido entre 3 y 30 días, según la naturaleza del terreno y las condiciones climatológicas del sitio.

### **Control y aceptación**

Unidad y frecuencia de inspección.

- Zanjas: cada 20 m o fracción.
- Pozos: cada unidad.
- Bataches: cada 25 m, y no menos de uno por pared.

Controles durante la ejecución: Puntos de observación.

- Replanteo:
- Cotas entre ejes.
- Dimensiones en planta.
- Zanjas y pozos. No aceptación de errores superiores al 2,5/1000 y variaciones iguales o superiores a + - 10 cm.
- Durante la excavación del terreno:
- Comparar terrenos atravesados con lo previsto en Proyecto y Estudio Geotécnico.
- Identificación del terreno de fondo en la excavación. Compacidad.
- Comprobación cota de fondo.
- Excavación colindante a medianerías. Precauciones.
- Nivel freático en relación con lo previsto.
- Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.
- Agresividad del terreno y/o del agua freática.
- Pozos. Entibación en su caso.
- Comprobación final:
- Bataches: No aceptación: zonas macizas entre bataches de ancho menor de 90 cm del especificado en el plano y el batache, mayor de 110 cm de su dimensión.
- El fondo y paredes de las zanjas y pozos terminados, tendrán las formas y dimensiones exigidas, con las modificaciones inevitables autorizadas, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de + - 5 cm, con las superficies teóricas.
- Se comprobará que el grado de acabado en el refino de taludes, será el que se pueda conseguir utilizando los medios mecánicos, sin permitir desviaciones de línea y pendiente, superiores a 15 cm, comprobando con una regla de 4 m.
- Las irregularidades localizadas, previa a su aceptación, se corregirán de acuerdo con las instrucciones de la dirección facultativa.
- Se comprobarán las cotas y pendientes, verificándolo con las estacas colocadas en los bordes del perfil transversal de la base del firme y en los correspondientes bordes de la coronación de la trinchera.

### **Conservación hasta la recepción de las obras**

Se conservarán las excavaciones en las condiciones de acabado, tras las operaciones de refino, limpieza y nivelación, libres de agua y con los medios necesarios para mantener la estabilidad.

En los casos de terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias, la excavación no deberá permanecer abierta a su rasante final más de 8 días sin que sea protegida o finalizados los trabajos de colocación de la tubería, cimentación o conducción a instalar en ella.

#### 2.5.3.3. Medición y abono

- Metro cúbico de excavación a cielo abierto

Medidos sobre planos de perfiles transversales del terreno, tomados antes de iniciar este tipo de excavación, y aplicadas las secciones teóricas de la excavación, en terrenos deficientes, blandos, medios, duros y rocosos, con medios manuales o mecánicos.

- Metro cuadrado de refino, limpieza de paredes y/o fondos de la excavación y nivelación de tierras.

En terrenos deficientes, blandos, medios y duros, con medios manuales o mecánicos, sin incluir carga sobre transporte.

#### 2.5.4. Relleno y apisonado de zanjas y pozos

Se definen como obras de relleno, las consistentes en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones o préstamos que se realizan en zanjas y pozos.

##### 2.5.4.1. De los componentes.

###### Productos constituyentes

Tierras o suelos procedentes de la propia excavación o de préstamos autorizados por la dirección facultativa.

###### Control y aceptación

Previa a la extensión del material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y obtener el grado de compactación exigido.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

###### El soporte

La excavación de la zanja o pozo presentará un aspecto cohesivo. Se habrán eliminado los lentejones y los laterales y fondos estarán limpios y perfilados.

#### 2.5.4.2. De la ejecución.

##### **Preparación**

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán las segundas, conduciéndolas fuera del área donde vaya a realizarse el relleno, ejecutándose éste posteriormente.

##### **Fases de ejecución**

En general, se verterán las tierras en el orden inverso al de su extracción cuando el relleno se realice con tierras propias.

Se rellenará por tongadas apisonadas de 20 cm, exentas las tierras de áridos o terrones mayores de 8 cm.

En los últimos 50 cm se alcanzará una densidad seca del 100% de la obtenida en el ensayo Próctor Normal y del 95% en el resto. Cuando no sea posible este control, se comprobará que el pisón no deje huella tras apisonarse fuertemente el terreno y se reducirá la altura de tongada a 10 cm y el tamaño del árido o terrón a 4 cm.

Si las tierras de relleno son arenosas, se compactará con bandeja vibratoria.

##### **Control y aceptación**

Unidad y frecuencia de inspección: cada 50 m<sup>3</sup> o fracción, y no menos de uno por zanja o pozo.

- Compactación.

Rechazo: si no se ajusta a lo especificado o si presenta asientos en su superficie.

Se comprobará, para volúmenes iguales, que el peso de muestras de terreno apisonado no sea menor que el terreno inalterado colindante.

##### **Conservación hasta la recepción de las obras**

El relleno se ejecutará en el menor plazo posible, cubriéndose una vez terminado, para evitar en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños o por agua de lluvia que produzca encharcamientos superficiales.

Si a pesar de las precauciones adoptadas, se produjese una contaminación en alguna zona del relleno, se eliminará el material afectado, sustituyéndolo por otro en buenas condiciones.

#### 2.5.4.3. Medición y abono.

- Metro cúbico de relleno y extendido de material filtrante.

Compactado, incluso refino de taludes.

- Metro cúbico de relleno de zanjas o pozos.

Con tierras propias, tierras de préstamo y arena, compactadas por tongadas uniformes, con pisón manual o bandeja vibratoria.

## 2.6. Hormigones

El hormigón armado es un material compuesto por otros dos: el hormigón (mezcla de cemento, áridos y agua y, eventualmente, aditivos y adiciones, o solamente una de estas dos clases de productos) y el acero, cuya asociación permite una mayor capacidad de absorber solicitaciones que generen tensiones de tracción, disminuyendo además la fisuración del hormigón y confiriendo una mayor ductilidad al material compuesto.

Nota: Todos los artículos y tablas citados a continuación se corresponden con la Instrucción EHE "Instrucción de Hormigón Estructural", salvo indicación expresa distinta.

Además de los controles establecidos en los siguientes apartados y los que en cada momento dictamine la Dirección Facultativa de las obras, se realizarán todos los que prescribe la "Instrucción EHE" para el proyecto y ejecución de obras de hormigón Estructural:

### 2.6.1. De los componentes

#### Productos constituyentes

- Hormigón para armar.

Se tipificará de acuerdo con el artículo 39.2 indicando:

- la resistencia característica especificada, que no será inferior a 25 N/mm<sup>2</sup> en hormigón armado, (artículo 30.5);
- el tipo de consistencia, medido por su asiento en cono de Abrams, (artículo 30.6);
- el tamaño máximo del árido (artículo 28.2) y
- la designación del ambiente (artículo 8.2.1).

Para el presente proyecto será:

HA-35/B/20/IV

Tipos de hormigón:

A. Hormigón fabricado en central de obra o preparado.

B. Hormigón no fabricado en central.

#### **Materiales constituyentes:**

- Cemento.

Los cementos empleados podrán ser aquellos que cumplan la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-97), correspondan a la clase resistente 32,5 o superior y cumplan las especificaciones del artículo 26 de la Instrucción EHE.

El cemento se almacenará de acuerdo con lo indicado en el artículo 26.3; si el suministro se realiza en sacos, el almacenamiento será en lugares ventilados y no húmedos; si el suministro se realiza a granel, el almacenamiento se llevará a cabo en silos o recipientes que lo aíslen de la humedad.

En este caso el cemento utilizado será de tipo CEM II/A

· Agua.

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no contendrá sustancias nocivas en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Se prohíbe el empleo de aguas de mar o salinas análogas para el amasado o curado de hormigón armado, salvo estudios especiales.

Deberá cumplir las condiciones establecidas en el artículo 27.

· Áridos.

Los áridos deberán cumplir las especificaciones contenidas en el artículo 28.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales o rocas machacadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Los áridos se designarán por su tamaño mínimo y máximo en mm.

El tamaño máximo de un árido grueso será menor que las dimensiones siguientes:

- 0,8 de la distancia horizontal libre entre armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo mayor de 45º con la dirección del hormigonado;
- 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo no mayor de 45º con la dirección de hormigonado,
- 0,25 de la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:
- Losa superior de los forjados, donde el tamaño máximo del árido será menor que 0,4 veces el espesor mínimo.
- Piezas de ejecución muy cuidada y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados, que sólo se encofran por una cara), en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.

Los áridos deberán almacenarse de tal forma que queden protegidos de una posible contaminación por el ambiente, y especialmente, por el terreno, no debiendo mezclarse de forma incontrolada las distintas fracciones granulométricas.

Deberán también adoptarse las necesarias precauciones para eliminar en lo posible la segregación, tanto durante el almacenamiento como durante el transporte.

- Otros componentes.

Podrán utilizarse como componentes del hormigón los aditivos y adiciones, siempre que se justifique con la documentación del producto o los oportunos ensayos que la sustancia agregada en las proporciones y condiciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón ni representar peligro para la durabilidad del hormigón ni para la corrosión de armaduras.

En los hormigones armados se prohíbe la utilización de aditivos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

La Instrucción EHE recoge únicamente la utilización de cenizas volantes y el humo de sílice (artículo 29.2).

- Armaduras pasivas: Serán de acero y estarán constituidas por:

- Barras corrugadas:

Los diámetros nominales se ajustarán a la serie siguiente:

6- 8- 10 - 12 - 14 - 16 - 20 - 25 - 32 y 40 mm

- Mallas electrosoldadas:

Los diámetros nominales de los alambres corrugados empleados se ajustarán a la serie siguiente:

5 - 5,5 - 6- 6,5 - 7 - 7,5 - 8- 8,5 - 9 - 9,5 - 10 - 10,5 - 11 - 11,5 - 12 y 14 mm.

- Armaduras electrosoldadas en celosía:

Los diámetros nominales de los alambres, lisos o corrugados, empleados se ajustarán a la serie siguiente:

5 - 6- 7 - 8- 9 - 10 y 12 mm.

Cumplirán los requisitos técnicos establecidos en las UNE 36068:94, 36092:96 y 36739:95 EX, respectivamente, entre ellos las características mecánicas mínimas, especificadas en el artículo 31 de la Instrucción EHE.

Tanto durante el transporte como durante el almacenamiento, las armaduras pasivas se protegerán de la lluvia, la humedad del suelo y de posibles agentes agresivos. Hasta el momento de su empleo se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias.



## **Control y aceptación**

A. Hormigón fabricado en central de obra u hormigón preparado.

- Control documental:

En la recepción se controlará que cada carga de hormigón vaya acompañada de una hoja de suministro, firmada por persona física, a disposición de la dirección de obra, y en la que figuren, los datos siguientes:

1. Nombre de la central de fabricación de hormigón.

2. Número de serie de la hoja de suministro.

3. Fecha de entrega.

4. Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.

5. Especificación del hormigón:

a. En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:

- Designación de acuerdo con el artículo 39.2.

- Contenido de cemento en kilogramos por metro cúbico de hormigón, con una tolerancia de +  
- 15 kg.

- Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de + - 0,02.

En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:

- Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.

- Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de + - 0,02.

- Tipo de ambiente de acuerdo con la tabla 8.2.2.

b. Tipo, clase, y marca del cemento.

c. Consistencia.

d. Tamaño máximo del árido.

e. Tipo de aditivo, según UNE-EN 934-2:98, si lo hubiere, y en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.

f. Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice, artículo 29.2) si la hubiere, y en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.

6. Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).

7. Cantidad del hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.

8. Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga, según artículo 69.2.9.2.

9. Hora límite de uso para el hormigón.

La dirección de obra podrá eximir de la realización del ensayo de penetración de agua cuando, además, el suministrador presente una documentación que permita el control documental sobre los siguientes puntos:

1. Composición de las dosificaciones de hormigón que se va a emplear.
2. Identificación de las materias primas.
3. Copia del informe con los resultados del ensayo de determinación de profundidad de penetración de agua bajo presión realizados por laboratorio oficial o acreditado, como máximo con 6 meses de antelación.
4. Materias primas y dosificaciones empleadas en la fabricación de las probetas utilizadas en los anteriores ensayos, que deberán coincidir con las declaradas por el suministrador para el hormigón empleado en obra.

- Ensayos de control del hormigón.

El control de la calidad del hormigón comprenderá el de su resistencia, consistencia y durabilidad:

1. Control de la consistencia (artículo 83.2).

Se realizará siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia, en control reducido o cuando lo ordene la dirección de obra.

2. Control de la durabilidad (artículo 85).

Se realizará el control documental, a través de las hojas de suministro, de la relación a/c y del contenido de cemento.

Si las clases de exposición son III o IV o cuando el ambiente presente cualquier clase de exposición específica, se realizará el control de la penetración de agua.

Se realizará siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia, en control reducido o cuando lo ordene la dirección de obra.

3. Control de la resistencia (artículo 84).

Con independencia de los ensayos previos y característicos (preceptivos si no se dispone de experiencia previa en materiales, dosificación y proceso de ejecución prevista), y de los ensayos de información complementaria, la Instrucción EHE establece con carácter preceptivo el control de la resistencia a lo largo de la ejecución del elemento mediante los ensayos de control, indicados en el artículo 88.

Ensayos de control de resistencia:

Tienen por objeto comprobar que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la de proyecto. El control podrá realizarse según las siguientes modalidades:

1. Control a nivel reducido (artículo 88.2).
2. Control al 100 por 100, cuando se conozca la resistencia de todas las amasadas (artículo 88.3).
3. Control estadístico del hormigón cuando sólo se conozca la resistencia de una fracción de las amasadas que se colocan (artículo 88.4 de la Instrucción EHE). Este tipo de control es de aplicación general a obras de hormigón estructural. Para la realización del control se divide la obra en lotes con unos tamaños máximos en función del tipo de elemento estructural de que se trate. Se determina la resistencia de N amasadas por lote y se obtiene la resistencia característica estimada. Los criterios de aceptación o rechazo del lote se establecen en el artículo 88.5.

B. Hormigón no fabricado en central.

En el hormigón no fabricado en central se extremarán las precauciones en la dosificación, fabricación y control.

- Control documental:

El constructor mantendrá en obra, a disposición de la dirección de obra, un libro de registro donde constará:

1. La dosificación o dosificaciones nominales a emplear en obra, que deberá ser aceptada expresamente por la dirección de obra. Así como cualquier corrección realizada durante el proceso, con su correspondiente justificación.
2. Relación de proveedores de materias primas para la elaboración del hormigón.
3. Descripción de los equipos empleados en la elaboración del hormigón.
4. Referencia al documento de calibrado de la balanza de dosificación del cemento.
5. Registro del número de amasadas empleadas en cada lote, fechas de hormigonado y resultados de los ensayos realizados, en su caso. En cada registro se indicará el contenido de cemento y la relación agua cemento empleados y estará firmado por persona física.

- Ensayos de control del hormigón.

- Ensayos previos del hormigón:

Para establecer la dosificación, el fabricante de este tipo de hormigón deberá realizar ensayos previos, según el artículo 86, que serán preceptivos salvo experiencia previa.

- Ensayos característicos del hormigón:

Para comprobar, en general antes del comienzo de hormigonado, que la resistencia real del hormigón que se va a colocar en la obra no es inferior a la de proyecto, el fabricante de este tipo de hormigón deberá realizar ensayos, según el artículo 87, que serán preceptivos salvo experiencia previa.

- Ensayos de control del hormigón:

Se realizarán los mismos ensayos que los descritos para el hormigón fabricado en central.

De los materiales constituyentes:

- Cemento (artículos 26 y 81.1 de la Instrucción EHE, Instrucción RC-97).

Se establece la recepción del cemento conforme a la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-97). El responsable de la recepción del cemento deberá conservar una muestra preventiva por lote durante 100 días.

- Control documental:

Cada partida se suministrará con un albarán y documentación anexa, que acredite que está legalmente fabricado y comercializado, de acuerdo con lo establecido en el apartado 9, Suministro e Identificación de la Instrucción RC-97.

- Ensayos de control:

Antes de comenzar el hormigonado, o si varían las condiciones de suministro y cuando lo indique la dirección de obra, se realizarán los ensayos de recepción previstos en la Instrucción RC-97 y los correspondientes a la determinación del ión cloruro, según el artículo 26 de la Instrucción EHE.

Al menos una vez cada tres meses de obra y cuando lo indique la dirección de obra, se comprobarán: componentes del cemento, principio y fin de fraguado, resistencia a compresión y estabilidad de volumen.

- Distintivo de calidad. Marca AENOR. Homologación MICT:

Cuando el cemento posea un distintivo reconocido o un CC-EHE, se le eximirá de los ensayos de recepción. En tal caso, el suministrador deberá aportar la documentación de identificación del cemento y los resultados de autocontrol que se posean.

Con independencia de que el cemento posea un distintivo reconocido o un CC-EHE, si el período de almacenamiento supera 1, 2 ó 3 meses para los cementos de las clases resistentes 52,5, 42,5, 32,5, respectivamente, antes de los 20 días anteriores a su empleo se realizarán los ensayos de principio y fin de fraguado y resistencia mecánica inicial a 7 días (si la clase es 32,5) o a 2 días (las demás clases).

- Agua (artículos 27 y 81.2).

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, se realizarán los siguientes ensayos:

- Ensayos (según normas UNE): Exponente de hidrógeno pH. Sustancias disueltas. Sulfatos. Ion Cloruro. Hidratos de carbono. Sustancias orgánicas solubles en éter.

- Áridos (artículo 28).

- Control documental:

Cada carga de árido irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la dirección de obra, y en la que figuren los datos que se indican en el artículo 28.4.

- Ensayos de control: (según normas UNE): Terrones de arcilla. Partículas blandas (en árido grueso). Materia que flota en líquido de p.e. = 2. Compuesto de azufre. Materia orgánica (en árido fino). Equivalente de arena. Azul de metileno. Granulometría. Coeficiente de forma. Finos que pasan por el tamiz 0,063 UNE EN 933-2:96. Determinación de cloruros. Además para firmes rígidos en viales: Friabilidad de la arena. Resistencia al desgaste de la grava. Absorción de agua. Estabilidad de los áridos.

Salvo que se disponga de un certificado de idoneidad de los áridos que vayan a utilizarse emitido como máximo un año antes de la fecha de empleo, por un laboratorio oficial o acreditado, deberán realizarse los ensayos indicados.

- Otros componentes (artículo 29).

- Control documental:

No podrán utilizarse aditivos que no se suministren correctamente etiquetados y acompañados del certificado de garantía del fabricante, firmado por una persona física.

Cuando se utilicen cenizas volantes o humo de sílice, se exigirá el correspondiente certificado de garantía emitido por un laboratorio oficial u oficialmente acreditado con los resultados de los ensayos prescritos en el artículo 29.2.

- Ensayos de control:

Se realizarán los ensayos de aditivos y adiciones indicados en los artículos 29 y 81.4 acerca de su composición química y otras especificaciones.

Antes de comenzar la obra se comprobará en todos los casos el efecto de los aditivos sobre las características de calidad del hormigón. Tal comprobación se realizará mediante los ensayos previos citados en el artículo 86.

· Acero en armaduras pasivas:

- Control documental.

a. Aceros certificados (con distintivo reconocido o CC-EHE según artículo 1):

Cada partida de acero irá acompañada de:

- Acreditación de que está en posesión del mismo;

- Certificado específico de adherencia, en el caso de barras y alambres corrugados;

- Certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física, en el que se indiquen los valores límites de las diferentes características expresadas en los artículos 31.2 (barras corrugadas), 31.3 (mallas electrosoldadas) y 31.4 (armaduras básicas electrosoldadas en celosía) que justifiquen que el acero cumple las exigencias contenidas en la Instrucción EHE.

b. Aceros no certificados (sin distintivo reconocido o CC-EHE según artículo 1):

Cada partida de acero irá acompañada de:

- Resultados de los ensayos correspondientes a la composición química, características mecánicas y geométricas, efectuados por un organismo de los citados en el artículo 1º de la Instrucción EHE;

- Certificado específico de adherencia, en el caso de barras y alambres corrugados.

- CC-EHE, que justifiquen que el acero cumple las exigencias establecidas en los artículos 31.2, 31.3 y 31.4, según el caso.

- Ensayos de control.

Se tomarán muestras de los aceros para su control según lo especificado en el artículo 90, estableciéndose los siguientes niveles de control:

Control a nivel reducido, sólo para aceros certificados.

Se comprobará sobre cada diámetro:

- que la sección equivalente cumple lo especificado en el artículo 31.1, realizándose dos verificaciones en cada partida;

- no formación de grietas o fisuras en las zonas de doblado y ganchos de anclaje, mediante inspección en obra.

Las condiciones de aceptación o rechazo se establecen en el artículo 90.5.

Control a nivel normal:

Las armaduras se dividirán en lotes que correspondan a un mismo suministrador, designación y serie. Se definen las siguientes series:

Serie fina: diámetros inferiores o iguales 10 mm.

Serie media: diámetros de 12 a 25 mm.

Serie gruesa: diámetros superiores a 25 mm.

El tamaño máximo del lote será de 40 t para acero certificado y de 20 t para acero no certificado.

Se comprobará sobre una probeta de cada diámetro, tipo de acero y suministrador en dos ocasiones:

- Límite elástico, carga de rotura y alargamiento en rotura.

Por cada lote, en dos probetas:

- se comprobará que la sección equivalente cumple lo especificado en el artículo 31.1,
- se comprobarán las características geométricas de los resaltos, según el artículo 31.2,
- se realizará el ensayo de doblado-desdoblado indicado en el artículo 31.2 y 31.3.

En el caso de existir empalmes por soldadura se comprobará la soldabilidad (artículo 90.4).

Las condiciones de aceptación o rechazo se establecen en el artículo 90.5.

#### Compatibilidad

Se prohíbe el empleo de aluminio en moldes que vayan a estar en contacto con el hormigón.

Se tomarán las precauciones necesarias, en función de la agresividad ambiental a la que se encuentre sometido cada elemento, para evitar su degradación pudiendo alcanzar la duración de la vida útil acordada. Se adoptarán las prescripciones respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, según el artículo 37, con la selección de las formas estructurales adecuadas, la calidad adecuada del hormigón y en especial de su capa exterior, el espesor de los recubrimientos de las armaduras, el valor máximo de abertura de fisura, la disposición de protecciones superficiales en el caso de ambientes muy agresivos y en la adopción de medidas contra la corrosión de las armaduras, quedando prohibido poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.

## 2.6.2. De la ejecución del elemento

### Preparación

- Deberán adoptarse las medidas necesarias durante el proceso constructivo, para que se verifiquen las hipótesis de carga consideradas en el cálculo de la estructura (empotramientos, apoyos, etc.).
- Además de las especificaciones que se indican a continuación, son de observación obligada todas las normas y disposiciones que exponen la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Forjados Unidireccionales de Hormigón Armado o Pretensado EF-96 y la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-94. En caso de duda o contraposición de criterios, serán efectivos los que den las Instrucciones, siendo intérprete la dirección facultativa de las obras.
- Documentación necesaria para el comienzo de las obras.
- Disposición de todos los medios materiales y comprobación del estado de los mismos.
- Replanteo de la estructura que va a ejecutarse.
- Condiciones de diseño

En zona sísmica, con aceleración sísmica de cálculo mayor o igual a 0.16g, siendo g la aceleración de la gravedad, el hormigón utilizado en la estructura deberá tener una resistencia característica a compresión de, al menos 200 kp/cm<sup>2</sup> (20 Mpa), así como el acero de las armaduras será de alta adherencia, de dureza natural, y de límite elástico no superior a 5.100 kp/cm<sup>2</sup> (500 Mpa); además, la longitud de anclaje de las barras será de 10 diámetros mayor de lo indicado para acciones estáticas.

### Fases de ejecución

- Ejecución de la ferralla
- Corte. Se llevará a cabo de acuerdo con las normas de buena práctica, utilizando cizallas, sierras, discos o máquinas de oxicorte y quedando prohibido el empleo del arco eléctrico.
- Doblado, según artículo 66.3  
Las barras corrugadas se doblarán en frío, ajustándose a los planos e instrucciones del proyecto, se realizará con medios mecánicos, con velocidad moderada y constante, utilizando mandriles de tal forma que la zona doblada tenga un radio de curvatura constante y con un diámetro interior que cumpla las condiciones establecidas en el artículo 66.3

Los cercos y estribos podrán doblarse en diámetros inferiores a los indicados con tal de que ello no origine en dichos elementos un principio de fisuración. En ningún caso el diámetro será inferior a 3 cm ni a 3 veces el diámetro de la barra.

En el caso de mallas electrosoldadas rigen también siempre las limitaciones que el doblado se efectúe a una distancia igual a 4 diámetros contados a partir del nudo, o soldadura, más próximo. En caso contrario el diámetro mínimo de doblado no podrá ser inferior a 20 veces el diámetro de la armadura.

No se admitirá el enderezamiento de codos, incluidos los de suministro, salvo cuando esta operación puede realizarse sin daño, inmediato o futuro, para la barra correspondiente.

- Colocación de las armaduras  
Las jaulas o ferralla serán lo suficientemente rígidas y robustas para asegurar la inmovilidad de las barras durante su transporte y montaje y el hormigonado de la pieza, de manera que no varíe su posición especificada en proyecto y permitan al hormigón envolventes sin dejar coqueas.



La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas, salvo el caso de grupos de barras, será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes:

- a. 2cm
  - b. El diámetro de la mayor
  - c. 1.25 veces el tamaño máximo del árido
- Separadores
- Los calzos y apoyos provisionales en los encofrados y moldes deberán ser de hormigón, mortero o plástico o de otro material apropiado, quedando prohibidos los de madera y, si el hormigón ha de quedar visto, los metálicos.

Se comprobarán en obra los espesores de recubrimiento indicados en proyecto, que en cualquier caso cumplirán los mínimos del artículo 37.2.4.

Los recubrimientos deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes elementos separadores colocados en obra y se dispondrán de acuerdo con lo prescrito en la tabla 66.2.

- Anclajes
- Se realizarán según indicaciones del artículo 66.5.
- Empalmes
- No se dispondrán más que aquellos empalmes indicados en los planos y los que autorice la dirección de obra.

En los empalmes por solapo, la separación entre las barras será de 4 diámetros como máximo.

En las armaduras en tracción esta separación no será inferior a los valores indicados para la distancia libre entre barras aisladas.

La longitud de solapo será igual a lo indicado en el artículo 66.5.2 y en la tabla 66.6.2.

Para los empalmes por solapo en grupo de barras y de mallas electrosoldadas se ejecutará lo indicado respectivamente, en los artículos 66.6.3 y 66.6.4.

Para empalmes mecánicos se estará a lo dispuesto en el artículo 66.6.6.

Los empalmes por soldadura deberán realizarse de acuerdo con los procedimientos de soldadura descritos en la UNE 36832:97, y ejecutarse por operarios debidamente cualificados.

Las soldaduras a tope de barras de distinto diámetro podrán realizarse siempre que la diferencia entre diámetros sea inferior a 3mm.

- Fabricación y transporte a obra del hormigón
- Criterios generales

Las materias primas se amasarán de forma que se consiga una mezcla íntima y uniforme, estando todo el árido recubierto de pasta de cemento.

La dosificación del cemento, de los áridos y en su caso, de las adiciones, se realizará por peso,

No se mezclarán masas frescas de hormigones fabricados con cementos no compatibles debiendo limpiarse las hormigoneras antes de comenzar la fabricación de una masa con un nuevo tipo de cemento no compatible con el de la masa anterior.
- 1. Hormigón fabricado en central de obra o preparado

En cada central habrá una persona responsable de la fabricación, con formación y experiencia suficiente, que estará presente durante el proceso de producción y que será distinta del responsable del control de producción.

En la dosificación de los áridos, se tendrá en cuenta las correcciones debidas a su humedad, y se utilizarán básculas distintas para cada fracción de árido y de cemento.

El tiempo de amasado no será superior al necesario para garantizar la uniformidad de la mezcla del hormigón, debiéndose evitar una duración excesiva que pudiera producir la rotura de los áridos.

La temperatura del hormigón fresco debe, si es posible, ser igual o inferior a 30 °C e igual o superior a 5°C en tiempo frío o con heladas. Los áridos helados deben ser descongelados por completo previamente o durante el amasado.
- 2. Hormigón no fabricado en central

La dosificación del cemento se realizará por peso. Los áridos pueden dosificarse por peso o por volumen, aunque no es recomendable este segundo procedimiento.

El amasado se realizará con un período de batido, a la velocidad del régimen, no inferior a noventa segundos.

El fabricante será responsable de que los operarios encargados de las operaciones de dosificación y amasado tengan acreditada suficiente formación y experiencia.
- Transporte del hormigón preparado

El transporte mediante amasadora móvil se efectuará siempre a velocidad de agitación y no de régimen

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado y la colocación del hormigón no debe ser mayor a una hora y media.

En tiempo caluroso, el tiempo límite debe ser inferior salvo que se hayan adoptado medidas especiales para aumentar el tiempo de fraguado.

- Cimbras, encofrados y modes (artículo 65)

Serán lo suficientemente estancos para impedir una pérdida apreciable de pasta entre las juntas, indicándose claramente sobre el encofrado la altura a hormigonar y los elementos singulares.

El encofrado (los fondos y laterales) estará limpio en el momento de hormigonar, quedando el interior pintado con desencofrante antes del montaje, sin que se produzcan goteos, de manera que el desencofrante no impedirá la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, especialmente cuando sean elementos que posteriormente se hayan de unir para trabajar solidariamente. El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado por la dirección facultativa.

Las superficies internas se limpiarán y humedecerán antes del vertido del hormigón.

La sección del elemento no quedará disminuida en ningún punto por la introducción de elementos del encofrado ni de otros.

No se transmitirán al encofrado vibraciones de motores. El desencofrado se realizará sin golpes y sin sacudidas.

Los encofrados se realizarán de madera o de otro material suficientemente rígido. Podrán desmontarse fácilmente, sin peligro para las personas y la construcción, apoyándose las cimbras, pies derechos, etc. que sirven para mantenerlos en su posición, sobre cuñas, cajas de arena y otros sistemas que faciliten el desencofrado.

Las cimbras, encofrados y moldes poseerán una resistencia y rigidez suficiente para garantizar el cumplimiento de las tolerancias dimensionales y para resistir sin deformaciones perjudiciales las acciones que puedan producirse como consecuencia del proceso de hormigonado, las presiones del hormigón fresco y el método de compactación empleado.

Las caras de los moldes estarán bien lavadas. Los moldes ya usados que deban servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiados.

- Puesta en obra del hormigón
- Colocación, según artículo 70.1

No se colocarán en obra masas que acusen un principio de fraguado.

No se colocarán en obra tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la dirección de obra.

El hormigonado de cada elemento se realizará de acuerdo con un plan previamente establecido en el que se deberán tenerse en cuenta las deformaciones previsibles de encofrados y cimbras.

En general, se controlará que el hormigonado del elemento, se realice en una jornada.

Se adoptarán las medidas necesarias para que, durante el vertido y colocación de las masas de hormigón, no se produzca disgregación de la mezcla, evitándose los movimientos bruscos de la masa, o el impacto contra los encofrados verticales y las armaduras.

Queda prohibido el vertido en caída libre para alturas superiores a un metro.

- Compactación, según artículo 70.2.  
Se realizará mediante los procedimientos adecuados a la consistencia de la mezcla, debiendo prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie.

Como criterio general el hormigonado en obra se compactará por:

Picado con barra: los hormigones de consistencia blanda o fluida, se picarán hasta la capa inferior ya compactada

Vibrado enérgico: Los hormigones secos se compactarán, en tongadas no superiores a 20 cm.

Vibrado normal en los hormigones plásticos o blandos.

- Juntas de hormigonado, según artículo 71.  
Las juntas de hormigonado, que deberán, en general, estar previstas en el proyecto, se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Se les dará la forma apropiada que asegure una unión lo más íntima posible entre el antiguo y el nuevo hormigón.

Cuando haya necesidad de disponer juntas de hormigonado no previstas en el proyecto se dispondrán en los lugares que apruebe la dirección de obra, y preferentemente sobre los puntales de la cimbra. Se evitarán juntas horizontales.

No se reanudará el hormigonado de las mismas sin que hayan sido previamente examinadas y aprobadas, si procede, por la dirección de obra.

Antes de reanudar el hormigonado se limpiará la junta de toda suciedad o árido suelto y se retirará la capa superficial de mortero utilizando para ello chorro de arena o cepillo de alambre. Se prohíbe a tal fin el uso de productos corrosivos.

Para asegurar una buena adherencia entre el hormigón nuevo y el antiguo se eliminará toda lechada existente en el hormigón endurecido, y en el caso de que esté seco, se humedecerá antes de proceder al vertido del nuevo hormigón.

No se autorizará el hormigonado directo sobre superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas, sin haber retirado previamente las partes dañadas por el hielo.

- Hormigonado en temperaturas extremas.  
La temperatura de la masa del hormigón en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0°C.

En general se suspenderá el hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la dirección de obra.

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa.

Para ello, los materiales y encofrados deberán estar protegidos del soleamiento y una vez vertido se protegerá la mezcla del sol y del viento, para evitar que se deseque.

- Curado del hormigón, según artículo 74.  
Se deberán tomar las medidas oportunas para asegurar el mantenimiento de la humedad del hormigón durante el fraguado y primer período de endurecimiento, mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase de cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc. y será determinada por la dirección de obra.

Si el curado se realiza mediante riego directo, éste se hará sin que produzca deslavado de la superficie y utilizando agua sancionada como aceptable por la práctica.

Queda prohibido el empleo de agua de mar.

- Descimbrado, desencofrado y desmoldeo, según artículo 75.  
Las operaciones de descimbrado, desencofrado y desmoldeo no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido, durante y después de estas operaciones, y en cualquier caso, precisarán la autorización de la dirección de obra.

En el caso de haber utilizado cemento de endurecimiento normal, pueden tomarse como referencia los períodos mínimos de la tabla 75.

### **Acabados**

Las superficies vistas, una vez desencofradas o desmoldeadas, no presentarán coqueras o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra a su aspecto exterior.

Para los acabados especiales se especificarán los requisitos directamente o bien mediante patrones de superficie.

Para el recubrimiento o relleno de las cabezas de anclaje, orificios, entalladuras, cajetines, etc., que deba efectuarse una vez terminadas las piezas, en general se utilizarán morteros fabricados con masas análogas a las empleadas en el hormigonado de dichas piezas, pero retirando de ellas los áridos de tamaño superior a 4mm. Todas las superficies de mortero se acabarán de forma adecuada.

### **Control y aceptación**

- Comprobaciones previas al comienzo de la ejecución:
  - Directorio de agentes involucrados
  - Existencia de libros de registro y órdenes reglamentarios.
  - Existencia de archivo de certificados de materias, hojas de suministro, resultados de control, documentos de proyecto y sistema de clasificación de cambios de proyecto o de información complementaria.
  - Revisión de planos y documentos contractuales.
  - Existencia de control de calidad de materiales de acuerdo con los niveles especificados
  - Comprobación general de equipos: certificados de tarado, en su caso.
  - Suministro y certificado de aptitud de materiales.
- Comprobaciones de replanteo y geométricas
  - Comprobación de cotas, niveles y geometría.
  - Comprobación de tolerancias admisibles.
- Cimbras y andamiajes
  - Existencia de cálculo, en los casos necesarios.
  - Comprobación de planos
  - Comprobación de cotas y tolerancias
  - Revisión del montaje
- Armaduras
  - Disposición, número y diámetro de barras, según proyecto.
  - Corte y doblado,
  - Almacenamiento
  - Tolerancias de colocación
  - Recubrimientos y separación entre armaduras. Utilización de calzos, separadores y elementos de suspensión de las armaduras para obtener el recubrimiento adecuado y posición correcta.
  - Estado de anclajes, empalmes y accesorios.
- Encofrados
  - Estanqueidad, rigidez y textura.
  - Tolerancias.
  - Posibilidad de limpieza, incluidos los fondos.
  - Geometría.
- Transporte, vertido y compactación del hormigón.
  - Tiempos de transporte
  - Limitaciones de la altura de vertido. Forma de vertido no contra las paredes de la excavación o del encofrado.
  - Espesor de tongadas.
  - Localización de amasadas a efectos del control de calidad del material.
  - Frecuencia del vibrador utilizado
  - Duración, distancia y profundidad de vibración en función del espesor de la tongada (cosido de tongadas).
  - Vibrado siempre sobre la masa hormigón.
- Curado del hormigón
  - Mantenimiento de la humedad superficial en los 7 primeros días.
  - Protección de superficies.
  - Predicción meteorológica y registro diario de las temperaturas.
- Actuaciones:
  - En tiempo frío: prevenir congelación
  - En tiempo caluroso: prevenir el agrietamiento en la masa del hormigón
  - En tiempo lluvioso: prevenir el lavado del hormigón

- En tiempo ventoso: prevenir evaporación del agua

Temperatura registrada menor o igual a  $-4^{\circ}\text{C}$  o mayor o igual a  $40^{\circ}\text{C}$ , con hormigón fresco: Investigación.

- Juntas
  - Disposición y tratamiento de la superficie del hormigón endurecido para la continuación del hormigonado (limpieza no enérgica y regado).
  - Tiempo de espera
  - Armaduras de conexión.
  - Posición, inclinación y distancia.
  - Dimensiones y sellado, en los casos que proceda.
- Desmoldeado y descimbrado
  - Control de sobrecargas de construcción
  - Comprobación de los plazos de descimbrado
    - Comprobación final
  - Reparación de defectos y limpieza de superficies
  - Tolerancias dimensionales. En caso de superadas, investigación.

Se comprobará que las dimensiones de los elementos ejecutados presentan unas desviaciones admisibles para el funcionamiento adecuado de la construcción. El autor del proyecto podrá adoptar el sistema de tolerancias de la Instrucción EHE, Anejo 10, completado o modificado según estime oportuno.

### **Conservación hasta la recepción de las obras**

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños irreversibles en los elementos ya hormigonados.

#### **2.6.3. Medición y abono**

El hormigón se medirá y abonará por metro cúbico realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el Cuadro de Precios la unidad de hormigón se exprese por metro cuadrado como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por metro cuadrado realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el Cuadro de Precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por metro cúbico o por metro cuadrado. En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

## 2.7. Soportes de hormigón armado.

Elementos de directriz recta y sección rectangular, cuadrada, poligonal o circular, de hormigón armado, pertenecientes a la estructura del edificio, que transmiten las cargas al cimiento.

### 2.7.1. De los componentes

#### Productos constituyentes

- Hormigón para armar (HA), de resistencia o dosificación especificados en proyecto.
- Barras corrugadas de acero, de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.

#### Control y aceptación

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos, se expone a continuación. Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

- El hormigón para armar y las barras corrugadas de acero deberán cumplir las condiciones indicadas en el subcapítulo EEH-Hormigón armado, para su aceptación.
- Otros componentes.

Deberán recibirse en obra conforme a la documentación del fabricante, normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

#### El soporte

Las cimentaciones o los soportes inferiores.

Se colocarán y hormigonarán los anclajes de arranque, a los que se atarán las armaduras de los soportes.

#### Compatibilidad

Se tomarán las precauciones necesarias en ambientes agresivos, respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, de acuerdo con el artículo 37 de la Instrucción EHE, indicadas en el subcapítulo EEH-Hormigón armado.

Estas medidas incluyen la adecuada elección del tipo de cemento a emplear (según la Instrucción RC-97), de la dosificación y permeabilidad del hormigón, del espesor de recubrimiento de las armaduras, etc.



### 2.7.2. De la ejecución

#### **Preparación**

- Replanteo.

Plano de replanteo de soportes, con sus ejes marcados, indicando los que se reducen a ejes y los que mantienen cara o caras fijas, señalándolas.

- Condiciones de diseño.

Dimensión mínima de soporte de hormigón armado 25 cm, según el artículo 55 de la Instrucción EHE, o de 30 cm, en zona sísmica con aceleración sísmica de cálculo mayor o igual a 0,16g, siendo g la aceleración de la gravedad, para estructuras de ductilidad muy alta, según la norma NBE NCSE-94.

La disposición de las armaduras se ajustará a las prescripciones de la Instrucción EHE, y de la norma NCSE-94, en caso de zona sísmica, siendo algunas de ellas las siguientes:

- Se cumplirán las cuantías mínimas y máximas, establecidas por limitaciones mecánicas, y las cuantías mínimas, por motivos térmicos y reológicos. Se establecen cuantías máximas para conseguir un correcto hormigonado del elemento y por consideraciones de protección contra incendios.
- La armadura principal estará formada, al menos, por cuatro barras, en el caso de secciones rectangulares y por seis, en el caso de secciones circulares.
- La separación máxima entre armaduras longitudinales será de 35 cm.
- El diámetro mínimo de la armadura longitudinal será de 12 mm. Las barras irán sujetas por cercos o estribos con las separaciones máximas y diámetros mínimos de la armadura transversal que se indican en el artículo 42.3.1 de la Instrucción EHE.
- Si la separación entre las armaduras longitudinales es inferior o igual a 15 cm, éstas pueden arriostrarse alternativamente.
- El diámetro del estribo debe ser superior a la cuarta parte del diámetro de la barra longitudinal más gruesa. La separación entre estribos deberá ser inferior o igual a 15 veces el diámetro de la barra longitudinal más fina.
- En zona sísmica, el número mínimo de barras longitudinales en cada cara del soporte será de tres y su separación máxima de 15 cm. Los estribos estarán separados, con separación máxima y diámetro mínimo de los estribos según la Norma NCSE-94.
- En soportes circulares los estribos podrán ser circulares o adoptar una distribución helicoidal.

#### **Fases de ejecución**

Además de las prescripciones del subcapítulo EEH-Hormigón armado, se seguirán las siguientes indicaciones particulares:

- Colocación del armado.

Colocación y aplomado de la armadura del soporte; en caso de reducir su sección se grifará la parte correspondiente a la espera de la armadura, solapándose la siguiente y atándose ambas.

Los cercos se sujetarán a las barras principales mediante simple atado u otro procedimiento idóneo, prohibiéndose expresamente la fijación mediante puntos de soldadura una vez situada la ferralla en los moldes o encofrados, según el artículo 66.1 de la Instrucción EHE.

Se colocarán separadores con distancias máximas de 100d o 200 cm; siendo d, el diámetro de la armadura a la que se acople el separador. Además, se dispondrán, al menos, tres planos de separadores por tramo, acoplados a los cercos o estribos.

- Encofrado. Según subcapítulo EEE-Encofrados.

Los encofrados pueden ser de madera, cartón, plástico o metálicos, evitándose el metálico en tiempos fríos y los de color negro en tiempo soleado. Se colocarán dando la forma requerida al soporte y cuidando la estanquidad de la junta. Los de madera se humedecerán ligeramente, para no deformarlos, antes de verter el hormigón. En la colocación de las placas metálicas de encofrado y posterior vertido de hormigón, se evitará la disgregación del mismo, picándose o vibrándose sobre las paredes del encofrado. Tendrán fácil desencofrado, no utilizándose gasoil, grasas o similares.

Encofrado, aplomado y apuntalado del mismo, hormigonándose a continuación el soporte.

- Hormigonado y curado.

El hormigón colocado no presentará disgregaciones o vacíos en la masa, su sección en cualquier punto no se quedará disminuida por la introducción de elementos del encofrado ni otros.

Se verterá y compactará el hormigón dentro del molde mediante entubado, tolvas, etc.

Se vibrará y curará sin que se produzcan movimientos de las armaduras.

Terminado el hormigonado, se comprobará nuevamente su aplomado.

- Desencofrado.

Según se haya previsto, cumpliendo las prescripciones de los subcapítulos EEH-Hormigón armado y EEE-Encofrados.

### **Acabados**

Los pilares presentarán las formas y texturas de acabado en función de la superficie encofrante elegida.

### **Control y aceptación**

Unidad y frecuencia de inspección: 2 comprobaciones por cada 1000 m<sup>2</sup> de planta.

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

- Replanteo:

- Verificación de distancia entre ejes de arranque de cimentación.

- Verificación de ángulos de esquina y singulares en arranque de cimentación.

- Diferencia entre eje real y de replanteo de cada planta. Mantenimiento de caras de soportes aplomadas.

- Colocación de armaduras.

- Longitudes de espera. Correspondencia en situación para la continuidad.
- Solapo de barras de pilares de última planta con las barras en tracción de las vigas.
- Continuidad de cercos en soportes, en los nudos de la estructura.
- Cierres alternativos de los cercos y atado a la armadura longitudinal.
- Utilización de separadores de armaduras, al encofrado.
- Encofrado.
- Dimensiones de la sección encofrada.
- Correcto emplazamiento.
- Estanquidad de juntas de tableros, función de la consistencia del hormigón y forma de compactación. Limpieza del encofrado.
- Vertido y compactación del hormigón.
- Curado del hormigón.
- Desencofrado:
- Tiempos en función de la edad, resistencia y condiciones de curado.
- Orden para desencofrar.
- Comprobación final.
- Verificación del aplomado de soportes de la planta.
- Verificación del aplomado de soportes en la altura del edificio construida.
- Tolerancias.
- Se realizarán además las comprobaciones correspondientes del subcapítulo EEH-Hormigón armado.
- Normativa: ver Anexo de Normativa Técnica.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados.

#### 2.7.3. Medición y abono

- Metro lineal de soporte de hormigón armado.

Completamente terminado, de sección y altura especificadas, de hormigón de resistencia o dosificación especificados, de la cuantía del tipo acero especificado, incluyendo encofrado, elaboración, desencofrado y curado, según Instrucción EHE.

- Metro cúbico de hormigón armado para pilares.

Hormigón de resistencia o dosificación especificados, con una cuantía media del tipo de acero especificada, en soportes de sección y altura determinadas incluso recortes, separadores, alambre de atado, puesta en obra, vibrado y curado del hormigón según Instrucción EHE, incluyendo encofrado y desencofrado.

#### 2.7.4. Mantenimiento.

##### **Uso**

La propiedad conservará en su poder la documentación técnica relativa a los soportes construidos, en la que figurarán las solicitudes para las que han sido previstos.

Cuando se prevea una modificación que pueda alterar las solicitudes previstas en los soportes, será necesario el dictamen de un técnico competente.

No se realizarán perforaciones ni cajeados en los soportes de hormigón armado.

##### **Conservación**

Cada 5 años se realizará una inspección, o antes si fuera apreciada alguna anomalía, observando si aparecen fisuras o cualquier otro tipo de lesión.

##### **Reparación. Reposición**

En el caso de ser observado alguno de los síntomas anteriores, será estudiado por técnico competente que dictaminará su importancia y peligrosidad y, en su caso, las reparaciones que deban realizarse.

## 2.8. Vigas de hormigón armado.

Elementos estructurales, planos o de canto, de directriz recta y sección rectangular que salvan una determinada luz, soportando cargas principales de flexión.

### 2.8.1. De los componentes

#### Productos constituyentes

- Hormigón para armar (HA), de resistencia o dosificación especificados en proyecto.
- Barras corrugadas de acero, de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.

#### Control y aceptación

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos, se expone a continuación. Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

- El hormigón para armar y las barras corrugadas de acero deberán cumplir las condiciones indicadas en el subcapítulo EEH-Hormigón armado, para su aceptación.
- Otros componentes.

Deberán recibirse en obra conforme a la documentación del fabricante, normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

#### El soporte

Se dispondrá de la información previa de las condiciones de apoyo de las vigas en los elementos estructurales que las sustentan.

#### Compatibilidad

Se tomarán las precauciones necesarias en ambientes agresivos, respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, de acuerdo con el artículo 37 de la Instrucción EHE, indicadas en el subcapítulo EEH-Hormigón armado.

Estas medidas incluyen la adecuada elección del tipo de cemento a emplear (según la Instrucción RC-97), de la dosificación y permeabilidad del hormigón, del espesor de recubrimiento de las armaduras, etc.

### 2.8.2. De la ejecución

#### **Preparación**

- Replanteo.

Pasado de niveles a pilares sobre la planta y antes de encofrar, verificar la distancia vertical entre los trazos de nivel de dos plantas consecutivas, y entre los trazos de la misma planta.

- Condiciones de diseño.

La disposición de las armaduras, así como el anclaje y solapes de las armaduras, se ajustará a las prescripciones de la Instrucción EHE y de la norma NCSE-94, en caso de zona sísmica.

En zona sísmica, con aceleración sísmica de cálculo mayor o igual a 0,16g, siendo g la aceleración de la gravedad, no se podrán utilizar vigas planas, según el artículo 4.4.2 de la norma NBE NCSE-94.

#### **Fases de ejecución**

La organización de los trabajos necesarios para la ejecución de las vigas es la misma para vigas planas y de canto: encofrado de la viga, armado y posterior hormigonado.

En el caso de vigas planas el hormigonado se realizará tras la colocación de las armaduras de negativos, siendo necesario el montaje del forjado.

En el caso de vigas de canto con forjados apoyados o empotrados, el hormigonado de la viga será anterior a la colocación del forjado, en el caso de forjados apoyados y tras la colocación del forjado, en el caso de forjados semiempotrados.

Además de las prescripciones del subcapítulo EEH-Hormigón armado, se seguirán las siguientes indicaciones particulares:

- Encofrado: según subcapítulo EEE-Encofrados.

Los fondos de las vigas quedarán horizontales y las caras laterales, verticales, formando ángulos rectos con aquellos.

- Colocación del armado.

Encofrada la viga, previo al hormigonado, se colocarán las armaduras longitudinales principales de tracción y compresión, y las transversales o cercos según la separación entre sí obtenida.

Se utilizarán calzos separadores y elementos de suspensión de las armaduras para obtener el recubrimiento adecuado y posición correcta de negativos en vigas.

Se colocarán separadores con distancias máximas de 100 cm. Se dispondrán, al menos, tres planos de separadores por vano, acoplados a los cercos o estribos.

- Hormigonado y curado.

Se seguirán las prescripciones del subcapítulo EEH-Hormigón armado.

El hormigón colocado no presentará disgregaciones o vacíos en la masa, su sección en cualquier punto no se quedará disminuida por la introducción de elementos del encofrado ni otros.

Se verterá y compactará el hormigón dentro del molde mediante entubado, tolvas, etc.

La compactación se realizará por vibrado. El vibrado se realizará de forma, que su efecto se extienda homogéneamente por toda la masa.

Se vibrará y curará sin que se produzcan movimientos de las armaduras.

· Desencofrado.

Según se haya previsto, cumpliendo las prescripciones de los subcapítulos EEH-Hormigón armado y EEE-Encofrados.

### **Control y aceptación**

Unidad y frecuencia de inspección: 2 comprobaciones por cada 1000 m2 de planta.

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

· Niveles y replanteo.

- Pasados los niveles a pilares sobre la planta y antes de encofrar la siguiente verificar:

- Distancia vertical entre los trazos de nivel de dos plantas consecutivas.

- Diferencia entre trazos de nivel de la misma planta.

- Replanteo de ejes de vigas. Tolerancias entre ejes de viga real y de replanteo, según proyecto.

· Encofrado.

- Número y posición de puntales, adecuado.

- Superficie de apoyo de puntales y otros elementos, suficientes para repartir cargas.

- Fijación de bases y capiteles de puntales. Estado de piezas y uniones.

- Correcta colocación de codales y tirantes.

- Correcta disposición y conexión de piezas a cortaviento.

- Espesor de cofres, sopandas y tableros, adecuado en función del apuntalamiento.

- Dimensiones y emplazamiento correcto del encofrado de vigas y forjados.

- Estanquidad de juntas de tableros, función de la consistencia del hormigón y forma de compactación.

- Unión del encofrado al apuntalamiento, impidiendo todo movimiento lateral o incluso hacia arriba (levantamiento), durante el hormigonado.

- Fijación y templado de cuñas. Tensado de tirantes en su caso.

- Correcta situación de juntas estructurales, según proyecto.

· Colocación de piezas de forjado.

- Verificación de la adecuada colocación de las viguetas y tipo según la luz de forjado.

- Separación entre viguetas.

- Empotramiento de las viguetas en viga, antes de hormigonar. Longitud.
- Replanteo de pasatubos y huecos para instalaciones.
- Verificación de la adecuada colocación de cada tipo de bovedilla. Apoyos.
- No invasión de zonas de macizado o del cuerpo de vigas o de soportes con bovedillas.
- Colocación de armaduras.
- Longitudes de espera y solapo. Cortes de armadura. Correspondencia en situación para la continuidad.
- Colocación de armaduras de negativos en vigas. Longitudes respecto al eje del soporte.
- Separación de barras. Agrupación de barras en paquetes o capas evitando el tamizado del hormigón.
- Anclaje de barras en vigas extremo de pórtico o brochales.
- Colocación de las armaduras de negativos de forjados. Longitudes respecto al eje de viga.
- Colocación de la armadura de reparto en la losa superior de forjado. Distancia entre barras.
- Vertido y compactación del hormigón.
- Espesor de la losa superior de forjados.
- Juntas.
- Correcta situación de juntas en vigas.
- Distancia máxima de juntas de retracción en hormigonado continuo tanto en largo como en ancho, 16 m.
- Curado del hormigón: según especificaciones del subcapítulo EEH-Hormigón Armado.
- Desencofrado:
- Tiempos en función de la edad, resistencia y condiciones de curado.
- Orden de desapuntalamiento.
- Comprobación final.
- Flechas y contraflechas excesivas, o combas laterales: investigación.
- Tolerancias.
- Se realizarán además las comprobaciones correspondientes del subcapítulo EEH-Hormigón armado.
- Normativa: ver Anexo de Normativa Técnica.

### **Conservación hasta la recepción de las obras**

Se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados.



### 2.8.3. Medición y abono

- Metro cúbico de hormigón armado para vigas y zunchos.

Hormigón de resistencia o dosificación especificados, con una cuantía media del tipo de acero especificada, en vigas o zunchos de la sección determinada, incluso recortes, encofrado, vibrado, curado y desencofrado, según Instrucción EHE.

### 2.8.4. Mantenimiento.

#### **Uso**

La propiedad conservará en su poder la documentación técnica relativa a las vigas construidas, en la que figurarán las sobrecargas para las que han sido previstas.

No se realizarán perforaciones ni oquedades en las vigas de hormigón armado.

#### **Conservación**

Las vigas, salvo haberlo previsto con anterioridad, no estarán expuestas a humedad habitual y se denunciará cualquier fuga observada en las canalizaciones de suministro o evacuación.

Cada 5 años se realizará una inspección, o antes si fuera apreciada alguna anomalía, observando si aparecen fisuras, flechas excesivas o cualquier otro tipo de lesión.

#### **Reparación. Reposición**

En el caso de ser observado alguno de los síntomas anteriores, será estudiado por técnico competente que dictaminará su importancia y peligrosidad y, en su caso, las reparaciones que deban realizarse.

## 2.9. Estructuras metálicas

Se define como estructura metálica (en el presente proyecto de acero) a los elemento o conjuntos de elementos ensamblados que forman la parte resistente y sustentante de una edificación, cuyos componentes genéricos podrán ser los señalados en el apartado correspondiente.

La forma y dimensiones de la estructura serán las señaladas en los pñanos y en el presente Pliego de condiciones Técnicas Particulares, no permitiéndose al contratista el cambio de estos sin la autorización del Ingeniero de la obra.

### 2.9.1. De los componentes

#### -Productos constituyentes

Los componentes de la estructura metálica del presente proyecto son productos laminados en caliente, de acero no aleado para construcciones metálicas en general que han sido galvanizados. Aceros definidos en la norma UNE EN 10025.

#### -control y aceptación

Cuando proceda a hacer ensayos sobre los perfiles suministrados se procederá a realizar los ensayos siguientes de sus propiedades mecánicas para verificar sus propiedades.

Para verificar sus propiedades mecánicas lo recogido en la norma UNE-10025-2

#### · Otros componentes.

Deberán recibirse en obra conforme a la documentación del fabricante, normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

#### El soporte

Se dispondrá de la información previa de las condiciones de apoyo de las vigas en los elementos estructurales que las sustentan.

#### Compatibilidad

Se tomaran las precauciones necesarias en condiciones agresivas respecto a la oxidación del acero, por eso deberá sufrir un proceso de galvanizado tal y como marca la Norma UNE 37507 la cual marca los recubrimientos para piezas galvanizadas.

### 2.9.2. De la ejecución

#### **Preparación**

##### **-Replanteo**

Antes de su ejecución se deberá verificar la distancia entre apoyos de la estructura y medidas de esta.

##### **-Condiciones de diseño**

La disposición de los arcos y distancia entre estos se ajustará a las prescripciones de los planos de la estructura.

#### **Ejecución**

En la organización para el montaje de los módulos de la estructura se dividirá en varias etapas: Protecciones y tratamientos, transporte a obra, uniones y montaje.

##### **-Protecciones y tratamientos**

Aceros definidos en la norma UNE EN 10025 el cual sufrirán un tratamiento de galvanizado tal y como se muestra en la UNE EN ISO 1460:1996 Y UNE EN ISO 1461:1999. Las superficies galvanizadas deben limpiarse y tratarse con pintura de imprimación anticorrosiva antes de pintarse.

La pintura se recepcionará y se almacenará en recipientes cerrados y precintados con la etiqueta de su fabricante.

##### **-Montaje en taller**

Ejecutada el lugar de anclaje de la estructura metálica se habrán dejado los pernos y necesarios junto a esta, se comprobarán en obra las cotas de replanteo de la estructura de forma que los planos de taller determinen las dimensiones reales de obra.

Los planos contendrán:

Dimensiones reales para definir cada elemento de la estructura

Disposición de las uniones

Diámetros de agujeros para tornillos e indicaciones de clases

Detalles con dimensiones y formas de las uniones soldadas, preparación de cordones procedimientos y posiciones

Contraflecha de vigas si esta prevista.

Indicaciones en planos de tipo de perfiles, pesos y marcas de los elementos.

En todo momento se adoptarán respecto a las disposiciones indicadas en el CTE DB SE-A

Si durante la ejecución se debe realizar algún cambio en los planos de taller se notificará al ingeniero jefe.

En todos los perfiles se eliminará la rebaba.

Las operaciones se realizarán preferentemente en frío sin bajar de 0º C

Los cortes pueden efectuarse con cizalla, oxicorte o sierra siempre y cuando.

- Con el oxicorte no se introduzcan tensiones parásitas.
- Los cortes cercanos a uniones soldadas seán mecanizadas mediante piedra esmeril a fin de levantar la capa de metal alterada por el corte (2mm)
- La eliminación de desigualdades en zonas que hubiera cargas se realizará con mayor esmero.

Se vitarán las aristas vivas en los cortes redondeando estas lo necesario.

#### -Transporte a obra

Se procurará que las uniones en obra sean las mínimas posibles de esta forma resolver los problemas de transporte.

#### -Montaje en obra

El montaje en obra comenzará cuando se cumplan los requisitos del Plan de Seguridad que debe considerar:

- Zonas de aparcamiento para vehículos
- Accesos de circulación a la obra
- Instalación de gruas fijas
- Preparación del terreno en cuanto a suelo, drenaje superficial y estabilidad de taludes.
- Comprobación de servicios afectados
- Condiciones climática y medioambientales

Una vez verificadas las condiciones de seguridad se verificará las nivelaciones de los apoyos que han de verificar los límites

El contratista basándose en las indicaciones del proyecto redactará un programa de montaje si no figura en la documentación.

#### -Uniones soldadas

No se permiten otras uniones que no estén indicadas en los planos o en el presente pliego de condiciones técnicas.

Las uniones de los perfiles IPE a los rectangulares se realizará mediante alambre autoprotegido sin gas AWS E71T-14 según norma AWS. Tal y como se indica en los planos de montaje para realizar correctamente estas uniones se deberá.

Limpiar correctamente la zona de soldadura

Mediante dispositivos de sujeción colocar correctamente los perfiles a soldar, de forma que sean accesibles.

Tras ejecutar la soldadura se limpiarán los bordes de soldadura mediante cepillos de cerdas metálicas

El trabajo se suspenderá si la temperatura baja de los 0°C para proteger la soldadura del frío y evitar gradientes térmicos.

Se procurará que el esparcimiento de la soldadura se realice en horizontal

En todo el proceso se debe seguir las indicaciones del CTE DB SE-A y sus recomendaciones.

### **Control y aceptación**

Todos los perfiles laminados llevarán las siglas de la fábrica y de la clase de acero sus tolerancias se marcan por la norma EC-3

Unidad y frecuencia de inspección: 2 comprobaciones por cada 1000 m2 de planta.

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

- Niveles y replanteo.
- Verificar en el montaje de cada arco
- Diferencia entre trazos de nivel de diferentes arcos
- Replanteo de ejes de vigas. Tolerancias entre ejes de viga real y de replanteo, según proyecto.
- Correcta situación estructura, según proyecto.
- Comprobación final.
- Flechas y contraflechas excesivas, o combas laterales: investigación.
- Tolerancias.
- Se realizarán además las comprobaciones correspondientes del subcapítulo EEH-Hormigón armado.
- Normativa: ver Anexo de Normativa Técnica.

### **Conservación hasta la recepción de las obras**

Se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos.

#### 2.9.3. Medición y abono

-El perfil se abonará por metro de perfil utilizado en obra se deberá tener en cuenta las unidades de tornillo y metros de soldadura, además del metro cuadrado de pintura anticorrosiva.



## V. Mediciones

## Índice de mediciones

1. Preparación del terreno .....	1
2. Cimentación .....	2
3. Elementos estructurales de hormigón .....	4
4. Elementos estructurales cubierta .....	8



## 1. Preparación del terreno

Desbroce terreno m <sup>2</sup>							
Código	Resumen	Unidades	Longitud	Anchura	Altura	Total unidad	Total
1.1	Limpieza superficial del terreno, retirada de tocones y otros elementos superficiales que obstaculicen la posterior retirada de tierras, mediante sistema mecánico.	1	22	45.7		1005.4	1005,4

Excavación vaciado tierras m <sup>3</sup>							
Código	Resumen	Unidades	Longitud	Anchura	Altura	Total unidad	Total
1.2	Vaciado de tierras para las galerías de la piscina, y zapatas mediante pala retroexcavadora.	1	22	45.7	3.6	3619.44	3619.4

Excavación zanjas m <sup>3</sup>							
Código	Resumen	Unidades	Longitud	Anchura	Altura	Total unidad	Total
1.3	Vaciado de tierras para las zapatas de la zona de vestuarios y muros de la galería de la piscina.						
	Muros zapata corrida M-1	1	112.3	0.9	0.35	35	35
	Zapatas Z-1	10	1.5	1.5	0.4	0.9	9
	Viga atado VA-1	8	5.69	0.4	0.4	0.9104	7
	Viga atado VA-2	5	5.66	0.4	0.4	0.9056	4,589

Encachado de bolos m <sup>2</sup>							
Código	Resumen	Unidades	Longitud	Anchura	Altura	Total unidad	Total
1.4	Encachado de bolos, suelo de galería de sótano y de zona de vestuarios.	1	22	45.7	0.15	1005.4	1005.4

## 2. Cimentación

Solera de hormigón m³						
Código	Resumen	Unidades	Longitud	Anchura	Altura	Total unidad
2.1	Losa de hormigón sobre encachado, apoyo, Hormigón en masa HM-20/B/20/IV para ambientes agresivos con cloruros de origen no marítimo	1	22	45.7	0.2	201.08

Zapatas de hormigón armado m³								
Código	Resumen							
2.2	Zapatas hormigón armado HA-30/B/20/IV para ambientes agresivos con cloruros de origen no marítimo, vertido por medios mecánicos y vibradores para su asentamiento.							
Elemento	B 400 S, Ys=1.15 (kg)					Hormigón (m³)		
	Ø6	Ø8	Ø12	Ø16	Total	HA-30, Yc=1.5	Encofrado	Limpieza
Referencias: P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14 y P15	10x0.72		10x16.99	10x29.52	472.3	10x0.90	10*2.08	10x0.23
Totales	7.2		169.9	295.2	472.3	9	20.8	2.3

Zapatas corridas y muros de hormigón armado m³								
Código	Resumen							
2.3	Muros hormigón armado HA-30/B/20/IV para ambientes agresivos con cloruros de origen no marítimo, vertido por medios mecánicos y vibradores para su asentamiento.							
	B 400 S, Ys=1.15 (kg)					Hormigón (m³)		
Elemento	Ø6	Ø8	Ø12	Ø16	Total	HA-30, Yc=1.5	Encofrado	Limpieza
Referencia: M4	7.09	223.08	259.75	42.11	532.03	11.06	38.64	3.16
Referencia: M5	4.05	138.79	141.44	28.08	312.03	6.88	24.04	1.97
Referencia: M6	7.09	223.08	234.21	42.1	506.48	11.06	38.64	3.16
Referencia: M1	5.06	138.79	155.5	21.06	320.41	6.88	24.04	1.97
Totales	23.29	723.74	790.9	133.35	1670.95	35.88	125.86	10.26

Vigas de atado de hormigón armado m³								
Código	Resumen							
2.4	Vigas de atado hormigón armado HA-30/B/20/IV para ambientes agresivos con cloruros de origen no marítimo, vertido por medios mecánicos y vibradores para su asentamiento.							
	B 400 S, Ys=1.15 (kg)					Hormigón (m³)		
Elemento	Ø8	Ø12	Ø16	Total	HA-35, Yc=1.5	Limpieza	Encofrado	
Referencias: [P6 - P7], [P7 - P8], [P8 - P9], [P9 - P10], [P11 - P12], [P12 - P13], [P13 - P14] y [P14 - P15]	8x12.85	8x11.05	8x29.74	429.12	8x0.62	4x0.16		
Referencias: [P15 - P10], [P14 - P9], [P13 - P8], [P12 - P7] y [P11 - P6]	5x12.85	5x11.08	5x29.63	139.3	5x0.62	5x0.15		
Totales	167.05	143.8	386.07	696.92	8.06	1.39	40.18	

### 3. Elementos estructurales de hormigón

Resumen de medición - Forjado 1													
Código				Resumen									
3.1				Pilar de sección rectangular o cuadrada de hormigón armado según forjados, realizado con hormigón HA-30/B/20/IV fabricado en central, y vertido con bomba, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, cuantía 120 kg/m³; Montaje y desmontaje de sistema de encofrado, con acabado tipo industrial para revestir, en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por superficie encofrante de chapas metálicas y estructura soporte vertical de puntales metálicos.									
				Dimensiones	Encofrado	Hormigón	Armaduras					Cuantía	
				(cm)	(m²)	HA-30, Yc=1.5	B 400 S, Ys=1.15					(kg/m³)	
						(m³)	Longitudinal			Estribos		Total	
												10%	
							Ø25 (kg)	Ø20 (kg)	Ø12 (kg)	Ø8 (kg)	Ø6 (kg)	(kg)	
P1 y P5	40x40	10.08	1	183.4	-	-	29.4	-	234.1	212.8			
P2, P3 y P4	40x40	15.12	1.5	-	158.4	-	-	24.6	201.3	122			
P16, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P28 y P29	40x40	70.56	7	4369.4	-	-	560	-	5422.3	704.2			
P30, P31, P32 y P33	30x30	14.4	1.08	-	-	47.6	-	26.4	81.4	68.52			
Total		110.16	10.58	4552.8	158.4	47.6	589.4	51	5939.1	510.32			

Resumen de medición - Forjado 2										
Pilares	Dimensiones	Encofrado	Hormigón	Armaduras					Cuantía	
	(cm)	(m²)	HA-30, Yc=1.5	B 400 S, Ys=1.15					(kg/m³)	
			(m³)	Longitudinal			Estribos		Total	
							10%			
				Ø25	Ø20	Ø16	Ø8	Ø6	(kg)	
				(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)		
P1 y P5	40x40	9.44	0.94	143.4	-	-	27.8	-	188.3	182.13
P2, P3 y P4	40x40	14.16	1.41	-	111	-	-	23.1	147.5	95.11
P6, P7, P8, P9 y P10	30x30	17.7	1.35	354.5	-	-	48.5	-	443.3	298.52
P11, P12, P13, P14 y P15	30x30	17.7	1.35	-	-	103	-	30	146.3	98.52
P16, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26 y P29	40x40	68.16	6.84	2322	-	-	426	-	3022.8	401.75
P27 y P28	40x40	11.52	1.16	387	-	-	68.6	-	501.2	392.76
Total		138.68	13.05	3206.9	111	103	570.9	53.1	4449.4	309.95

Resumen de medición - Forjado 3										
Pilares	Dimensiones	Encofrado	Hormigón	Armaduras					Cuantía	
	(cm)	(m²)	HA-30, Yc=1.5	B 400 S, Ys=1.15					(kg/m³)	
			(m³)	Longitudinal			Estribos		Total	
							10%			
				Ø16	Ø25	Ø10	Ø6	Ø8	(kg)	
				(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)		
P1 y P5	40x40	0.8	0.08	-	-	18.4	-	-	20.2	230
P2, P3 y P4	40x40	15.84	1.59	69.3	-	-	26.7	-	105.6	60.38
P6, P7, P8, P9 y P10	30x30	9.3	0.7	-	169.5	-	-	37.5	227.7	295.71
Total		25.94	2.37	69.3	169.5	18.4	26.7	37.5	353.5	135.61

Resumen de medición - Forjado 4										
Pilares	Dimensiones	Encofrado	Hormigón	Armaduras			Cuantía			
	(cm)	(m²)	HA-30, Yc=1.5	B 400 S, Ys=1.15			(kg/m³)			
			(m³)	Longitudinal		Estribos	Total			
						10%				
				Ø16		Ø6	10%			
				(kg)		(kg)	(kg)		(kg)	
P1 y P5	40x40	8.32	0.84	37.4		16	58.7		63.57	
Total		8.32	0.84	37.4		16	58.7		63.57	

Vigas de hormigón armado m <sup>3</sup>								
Código	Resumen							
3.2	Vigas de hormigón armado HA-30/B/20/IV para ambientes agresivos con cloruros de origen no marítimo, vertido por medios mecánicos y vibradores para su asentamiento.							
Forjado y pórtico de cada viga	A.neg.	A.pos.	A.piel	A.est.	Total	V.horm.	Cuantia	Dimensiones
	kg	kg	kg	kg	kg	m <sup>3</sup>	kg/m3	cmxcm
<b>Forjado 1</b>								
*Pórtico 1								
1(B2-P30)	44.1	36.3		16.4	96.8	0.9	108.8	40x40
*Pórtico 2								
1(P31-B3)	35.7	20.7		10.4	66.8	0.5	140.9	40x40
*Pórtico 3								
1(B0-P32)	29.7	32.5		13.4	75.6	0.9	84.9	40x40
*Pórtico 4								
1(P33-B1)	30	20.2		7.8	58	0.5	122.4	40x40
<b>Forjado 2</b>								
*Pórtico 1 = Pórtico 2 = Pórtico 3								
1(P11-P12)	96.4	90.9		57.5	244.8	0.7	362.7	35x35
2(P12-P13)	141	87.1		57.5	285.6	0.7	436.7	35x35
3(P13-P14)	145.7	87.9		57.5	291.1	0.7	443.1	35x35
4(P14-P15)	156.3	91.7		57.5	305.5	0.7	449.9	35x35
*Pórtico 4 =Pórtico 5 = Pórtico 6 =Pórtico 7 = Pórtico 8								
1(P11-P6)	34.5	27.7		14	76.2	0.6	131.6	35x35
2(P6-P1)	27.9	27.7		14	69.6	0.6	119.2	35x35
<b>Forjado 3</b>								
*Pórtico 1								
1(P26-P27)	42.9	36.9		17.2	97	1.2	82483.0	40x40
2(P27-P28)	55.9	35.3		17.2	108.4	1.1	94755.2	40x40
3(P28-P29)	57.1	47		17.2	121.3	1.2	103146.3	40x40
*Pórtico 2 = Pórtico 3								
1(P1-P16)	153.5	152.7	4.8	246.8	557.8	2.2	258719.9	45x80
2(P16-P18)	174.6	154.9	4.8	246.8	581.1	2.1	278838.8	45x80
3(P18-P20)	174.6	153.7	4.8	246.8	579.9	2.1	278263.0	45x80
4(P20-P22)	174.6	154.9	4.8	246.8	581.1	2.1	278838.8	45x80
5(P22-P24)	176.8	156.1	4.8	246.8	584.5	2.1	280470.2	45x80
6(P24-P26)	185.9	165	4.8	246.8	602.5	2.2	279452.7	45x80

<b>Forjado 4</b>								
*Pórtico 1								
1(P6-P7)	36.3	28		14	78.3	0.6	135.2	35x30
2(P7-P8)	27.3	27.3		14	68.6	0.6	122.3	35x30
3(P8-P9)	32.7	27.6		14	74.3	0.6	132.0	35x30
4(P9-P10)	36.5	28.3		14	78.8	0.6	135.4	35x30
<b>Forjado 5</b>								
*Pórtico 1								
1(P1-P2)	31.4	28.8		17.8	78	0.9	87.6	35x30
2(P2-P3)	32.8	27.3		17.8	77.9	0.9	91.2	35x30
3(P3-P4)	38.3	27.6		17.8	83.7	0.9	97.6	35x30

#### 4. Elementos estructurales cubierta

Estructura metálica Kg			
Código	Resumen		
4.1	Perfilaría y tornillería debida a los arcos del módulo, acero inoxidable galvanizado, perfiles IPE y rectangulares		
	Pefil IPE 180 kg modulo	Perfil rectangular kg unidad	Perfil HEB 180 con platabandas
Módulo 1	1487.25	605	36,672
Módulo 2	1454.2	605	26,24
Módulo 3	1421.15	605	15,74
Módulo 4	1388	605	5,2
Tapa frontal	0	882.3	
Total	5750.6	3.303	83.968

Cubierta policarbonato	
Código	Resumen
4.2	Perfilaría y tornillería debido a las cubiertas de los arcos, perfiles para las placas de policarbonato reticular 16mm y estas mismas
	m2
Módulo 1	241.12
Módulo 2	236.8
Módulo 3	231.8
Módulo 4	227.8
Tapa frontal	35
Total	972.52

X

Ander Oroz Arbizu  
 Estudiante grado Ingeniería mecánica

X

Firmante

20 de Junio de 2017





## VI. Presupuesto

## Índice del presupuesto

1. Preparación del terreno .....	1
2. Cimentación .....	3
3. Elementos estructurales hormigón .....	6
4. Elementos estructurales cubierta .....	11
Resumen del presupuesto.....	12

## 1. Preparación del terreno

Desbroce terreno m <sup>2</sup>								
Código	Resumen	Unidades	Longitud	Anchura	Altura	Total unidad	Total	Precio total
	Limpieza superficial del terreno, retirada de tocones y otros elementos superficiales que obstaculicen la posterior retirada de tierras, mediante sistema mecánico.							
1.1		1	22	45.7		1005.4	1005,4	
Precio unitario= 0.71€								713.83 Euros

Excavación vaciado tierras m <sup>3</sup>								
Código	Resumen	Unidades	Longitud	Anchura	Altura	Total unidad	Total	Precio total
	Vaciado de tierras para las galerías de la piscina, y zapatas							
1.2		1	22	45.7	3.6	3619.44	3619.4	
Precio unitario= 5.32€								19255.20 Euros

Excavación zanjas m <sup>3</sup>								
Código	Resumen							Precio total
	Vaciado de tierras para las zapatas de la zona de vestuarios y muros de la galería de la piscina.							
1.3		Unidades	Longitud	Anchura	Altura	Total unidad	Total	
	Muros zapata corrida M-1	1	112.3	0.9	0.35	35	35	
	Zapatas Z-1	10	1.5	1.5	0.4	0.9	9	
	Viga atado VA-1	8	5.69	0.4	0.4	0.9104	7	
	Viga atado VA-2	5	5.66	0.4	0.4	0.9056	4,589	
Precio unitario= 23.02€								1180.54 Euros

Encarchado de bolos m <sup>2</sup>								
Código	Resumen							Precio total
	Encarchado de bolos, suelo de galería de sótano y de zona de vestuarios.							
		Unidades	Longitud	Anchura	Altura	Total unidad	Total	
1.4		1	22	45.7	0.15	1005.4	1005.4	
Precio unitario= 8.23€								8274.44 Euros

**Total preparación del terreno: 29.424,02 Euros**

## 2. Cimentación

Solera de hormigón m³								
Código	Resumen							Precio total
	Losas de hormigón sobre encachado, apoyo, Hormigón en masa HM-20/B/20/IV para ambientes agresivos con cloruros de origen no marítimo							
		Unidades	Longitud	Anchura	Altura	Total unidad	Total	
2.1		1	22	45.7	0.2	201.08	201.08	
Precio unitario= 13.04€								2622.08 Euros

Zapatas de hormigón armado m³								
Código	Resumen							Precio total
2.2	Zapatas hormigón armado HA-30/B/20/IV para ambientes agresivos con cloruros de origen no marítimo, vertido por medios mecánicos y vibradores para su asentamiento.							
Elemento	B 400 S, Ys=1.15 (kg)					Hormigón (m³)		
	Ø6	Ø8	Ø12	Ø16	Total	HA-30, Yc=1.5	Encofrado	Limpieza
Referencias: P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14 y P15	10x0.72		10x16.99	10x29.52	472.3	10x0.90	10*2.08	10x0.23
Totales	7.2		169.9	295.2	472.3	9	20.8	2.3
Precio unitario por metro cubico zapata hormigón= 161.63€						1454.67		
Precio unitario encofrado=13.91€							289.328	
Precio unitario hormigón de limpieza= 7.56€								17.388
							1761.38 Euros	

Zapatas corridas y muros de hormigón armado m³									
Código	Resumen								Precio total
2.3	Muros hormigón armado HA-30/B/20/IV para ambientes agresivos con cloruros de origen no marítimo, vertido por medios mecánicos y vibradores para su asentamiento.								
	B 400 S, Ys=1.15 (kg)					Hormigón (m³)			
Elemento	Ø6	Ø8	Ø12	Ø16	Total	HA-30, Yc=1.5	Encofrado	Limpieza	
Referencia: M4	7.09	223.08	259.75	42.11	532.03	11.06	38.64	3.16	
Referencia: M5	4.05	138.79	141.44	28.08	312.03	6.88	24.04	1.97	
Referencia: M6	7.09	223.08	234.21	42.1	506.48	11.06	38.64	3.16	
Referencia: M1	5.06	138.79	155.5	21.06	320.41	6.88	24.04	1.97	
Totales	23.29	723.74	790.9	133.35	1670.95	35.88	125.86	10.26	
Precio unitario por metro cubico muro de zapata corrida= 194.54€						6980.0952			
Precio unitario encofrado=15.4metro cuadrado€						1938.244			
Precio unitario hormigón de limpieza= 7.56€								77.5656	
								8995.90 Euros	

Vigas de atado de hormigón armado m³								
Código	Resumen							Precio total
2.4	Vigas de atado hormigón armado HA-30/B/20/IV para ambientes agresivos con cloruros de origen no marítimo, vertido por medios mecánicos y vibradores para su asentamiento.							
	B 400 S, Ys=1.15 (kg)				Hormigón (m³)			
Elemento	Ø8	Ø12	Ø16	Total	HA-35, Yc=1.5	Encofrado	Limpieza	
Referencias: [P6 - P7], [P7 - P8], [P8 - P9], [P9 - P10], [P11 - P12], [P12 - P13], [P13 - P14] y [P14 - P15]	8x12.85	8x11.05	8x29.74	429.12	8x0.62		4x0.16	
Referencias: [P15 - P10], [P14 - P9], [P13 - P8], [P12 - P7] y [P11 - P6]	5x12.85	5x11.08	5x29.63	139.3	5x0.62		5x0.15	
Totales	167.05	143.8	386.07	696.92	8.06	40.18	1.39	
Precio unitario por metro cubico vigas de atado= 159.89€					1288.7134			
Precio unitario encofrado=17.29metro cuadrado€						693.6748		
Precio unitario hormigon de limpieza= 7.56€							10.5084	
								1992.9 Euros

**Total cimentación: 15.372,28 Euros**



### 3. Elementos estructurales hormigón

Resumen de medición - Forjado 1												
Código				Resumen								
2.1				Pilar de sección rectangular o cuadrada de hormigón armado según forjados, realizado con hormigón HA-30/B/20/IV fabricado en central, y vertido con bomba, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, cuantía 120 kg/m³; Montaje y desmontaje de sistema de encofrado, con acabado tipo industrial para revestir, en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por superficie encofrante de chapas metálicas y estructura soporte vertical de puntales metálicos.								
Pilares	Dimensiones	Encofrado	Hormigón	Armaduras						Cuantía	Precio según cuantía acero kg/m³	Precio con volumen de hormigón
	(cm)	(m²)	HA-30, Yc=1.5	B 400 S, Ys=1.15						(kg/m³)	(€)	(€)
			(m³)	Longitudinal			Estribos		Total			
									0.10			
				Ø25	Ø20	Ø12	Ø8	Ø6	(kg)			
				(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)				
P1 y P5	40x40	10.08	1.00	183.40	-	-	29.40	-	234.10	212.80	494.63	494.63
P2, P3 y P4	40x40	15.12	1.50	-	158.40	-	-	24.60	201.30	122.00	400.70	601.05
P16, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P28 y P29	40x40	70.56	7.00	4369.40	-	-	560.00	-	5422.30	704.20	1002.90	7020.30
P30, P31, P32 y P33	30x30	14.40	1.08	-	-	47.60	-	26.40	81.40	68.52	393.57	425.06
Total		110.16	10.58	4552.80	158.40	47.60	589.40	51.00	5939.10	510.32		
Total en euros											8541.04 Euros	

Resumen de medición - Forjado 2												
Pilares	Dimensiones	Encofrado	Hormigón	Armaduras						Cuantía	Precio unitario por metro cubico de hormigón según cuantía de acero Kg/m3	Precio con volumen de hormigo
	(cm)	(m²)	HA-30, Yc=1.5	B 400 S, Ys=1.15						(kg/m³)	(€)	(€)
			(m³)	Longitudinal			Estribos		Total			
									0.10			
				Ø25	Ø20	Ø16	Ø8	Ø6	(kg)			
				(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)				
P1 y P5	40x40	9.44	0.94	143.40	-	-	27.80	-	188.30	182.13	462.90	435.13
P2, P3 y P4	40x40	14.16	1.41	-	111.00	-	-	23.10	147.50	95.11	372.89	525.77
P6, P7, P8, P9 y P10	30x30	17.70	1.35	354.50	-	-	48.50	-	443.30	298.52	626.80	846.18
P11, P12, P13, P14 y P15	30x30	17.70	1.35	-	-	103.00	-	30.00	146.30	98.52	423.98	572.37
P16, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26 y P29	40x40	68.16	6.84	2322.00	-	-	426.00	-	3022.80	401.75	690.07	4720.08
P27 y P28	40x40	11.52	1.16	387.00	-	-	68.60	-	501.20	392.76	680.74	789.66
<b>Total</b>		<b>138.68</b>	<b>13.05</b>	<b>3206.90</b>	<b>111.00</b>	<b>103.00</b>	<b>570.90</b>	<b>53.10</b>	<b>4449.40</b>	<b>309.95</b>		
<b>Total en euros</b>												<b>7889.19 Euros</b>

Resumen de medición - Forjado 3												
Pilares	Dimensiones	Encofrado	Hormigón	Armaduras						Cuantía	Precio unitario por metro cubico de hormigon según cuanti de acero Kg/m3	Precio con volumen de hormigo
	(cm)	(m²)	HA-30, Yc=1.5	B 400 S, Ys=1.15						(kg/m³)	(€)	(€)
			(m³)	Longitudinal		Estribos			Total			
									0.10			
				Ø16	Ø25	Ø10	Ø6	Ø8	(kg)			
				(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)				
P1 y P5	40x40	0.80	0.08	-	-	18.40	-	-	20.20	230.00	512.44	41.00
P2, P3 y P4	40x40	15.84	1.59	69.30	-	-	26.70	-	105.60	60.38	336.96	535.77
P6, P7, P8, P9 y P10	30x30	9.30	0.70	-	169.50	-	-	37.50	227.70	295.71	623.02	436.11
Total		25.94	2.37	69.30	169.50	18.40	26.70	37.50	353.50	135.61		
Total en euros												1012.88 Euros

Resumen de medición - Forjado 4										
Pilares	Dimensiones	Encofrado	Hormigón	Armaduras			Cuantía	Precio unitario por metro cubico de hormigon según cuanti de acero Kg/m3	Precio con volumen de hormigo	
	(cm)	(m²)	HA-30, Yc=1.5	B 400 S, Ys=1.15			(kg/m³)	(€)	(€)	
			(m³)	Longitudinal	Estribos	Total				
				Ø16	Ø6	0.10				
				(kg)	(kg)	(kg)				
P1 y P5	40x40	8.32	0.84	37.40	16.00	58.70	63.57	340.26	285.82	
Total		8.32	0.84	37.40	16.00	58.70	63.57			
Total en euros										285.82 Euros

Vigas de hormigón armado m³											
Código	Resumen										
3.2	Vigas de hormigón armado HA-30/B/20/IV para ambientes agresivos con cloruros de origen no marítimo, vertido por medios mecánicos y vibradores para su asentamiento.										
Forjado y pórtico de cada viga	A.neg.	A.pos.	A.piel	A.est.	Total	V.horm.	Cuantia	Dimensiones	Número de pórticos	Precio unitario	Precio vigas iguales
	kg	kg	kg	kg	kg	m³	kg/m3	cmxcm		(€)	(€)
<b>Forjado 1</b>											
*Pórtico 1											
1(B2-P30)	44.1	36.3		16.4	96.8	0.9	108.8	40x40	1	330.28	293.9
*Pórtico 2											
1(P31-B3)	35.7	20.7		10.4	66.8	0.5	140.9	40x40	1	366.33	173.6
*Pórtico 3											
1(B0-P32)	29.7	32.5		13.4	75.6	0.9	84.9	40x40	1	303	269.7
*Pórtico 4											
1(P33-B1)	30	20.2		7.8	58	0.5	122.4	40x40	1	345.2	163.6
<b>Forjado 2</b>											
*Pórtico 1 = Pórtico 2 = Pórtico 3											
1(P11-P12)	96.4	90.9		57.5	244.8	0.7	362.7	35x35	3	615.25	1245.9
2(P12-P13)	141	87.1		57.5	285.6	0.7	436.7	35x35	3	697.82	1369.1
3(P13-P14)	145.7	87.9		57.5	291.1	0.7	443.1	35x35	3	702.5	1384.6
4(P14-P15)	156.3	91.7		57.5	305.5	0.7	449.9	35x35	3	711.73	1449.8
*Pórtico 4 = Pórtico 5 = Pórtico 6 = Pórtico 7 = Pórtico 8											
1(P11-P6)	34.5	27.7		14	76.2	0.6	131.6	35x35	5	354.5	1026.3
2(P6-P1)	27.9	27.7		14	69.6	0.6	119.2	35x35	5	340.97	995.6
<b>Forjado 3</b>											
*Pórtico 1											
1(P26-P27)	42.9	36.9		17.2	97	1.2	82483.0	40x40	1	302.89	
2(P27-P28)	55.9	35.3		17.2	108.4	1.1	94755.2	40x40	1	315.3	360.7
3(P28-P29)	57.1	47		17.2	121.3	1.2	103146.3	40x40	1	333.6	392.3
*Pórtico 2 = Pórtico 3											

1(P1-P16)	153.5	152.7	4.8	246.8	557.8	2.2	258.7	45x80	2	484.63	2089.7
2(P16-P18)	174.6	154.9	4.8	246.8	581.1	2.1	278.8	45x80	2	510.3	2126.9
3(P18-P20)	174.6	153.7	4.8	246.8	579.9	2.1	278.3	45x80	2	510.3	2126.9
4(P20-P22)	174.6	154.9	4.8	246.8	581.1	2.1	278.8	45x80	2	510.3	2126.9
5(P22-P24)	176.8	156.1	4.8	246.8	584.5	2.1	280.5	45x80	2	510.3	2126.9
6(P24-P26)	185.9	165	4.8	246.8	602.5	2.2	279.5	45x80	2	510.3	2200.4
<b>Forjado 4</b>											
<b>*Pórtico 1</b>											
1(P6-P7)	36.3	28		14	78.3	0.6	135.2	35x30	1	351.83	203.7
2(P7-P8)	27.3	27.3		14	68.6	0.6	122.3	35x30	1	320.8	180.0
3(P8-P9)	32.7	27.6		14	74.3	0.6	132.0	35x30	1	340.5	191.7
4(P9-P10)	36.5	28.3		14	78.8	0.6	135.4	35x30	1	351.83	204.8
<b>Forjado 5</b>											
<b>*Pórtico 1</b>											
1(P1-P2)	31.4	28.8		17.8	78	0.9	87.6	35x30	1	298.28	265.5
2(P2-P3)	32.8	27.3		17.8	77.9	0.9	91.2	35x30	1	302.52	258.4
3(P3-P4)	38.3	27.6		17.8	83.7	0.9	97.6	35x30	1	3015.3	2587.1
<b>Total en Euros</b>										<b>25814.2</b>	

**Total elementos estructura de hormigón:  
 43.543,13 Euros**

#### 4. Elementos estructurales cubierta

##### Estructura metálica Kg

Código	Resumen							
4.1	Perfilaría y tornillería debida a los arcos del módulo, acero inoxidable galvanizado, perfiles IPE y rectangulares							
	Pefil IPE 180 kg modulo	Perfil rectangular kg unidad	Perfil HEB 180 con platabandas	Metros cuadrados de cubierta	Precio por kg perfil	Precio por m2 montaje arcos	Precio montaje correas por kg de correas	Total
Módulo 1	1487.25	605	36,672	182	3.5	73.8	3	22695.97
Módulo 2	1454.2	605	26,24	180.35	3.5	73.8	3	22332.35
Módulo 3	1421.15	605	15,74	180	3.5	73.8	3	22282.34
Módulo 4	1388	605	5,2	177	3.5	73.8	3	21967.05
Tapa frontal	0	882.3		35	3.5	73.8		5671.05
Total	5750.6	3.303	83.968					94948.77

##### Cubierta policarbonato

Código	Resumen			
4.2	Perfilaría y tornillería debido a las cubiertas de los arcos, perfiles para las placas de policarbonato reticular 16mm y estas mismas			
	m2	Precio cubierta curva por m2	Precio por modulo €	Precio total €
Módulo 1	241.12	37	8921.44	
Módulo 2	236.8	37	8761.6	
Módulo 3	231.8	37	8576.6	
Módulo 4	227.8	37	8428.6	
Tapa frontal	35	32.04	1121.4	
				35809.64

**Total estructura cubierta: 130.757,77 Euros**

## Resumen del presupuesto

Total preparación del terreno: -----29.424,02 €

Total cimentación: -----15.372,28 €

Total elementos estructura de hormigón: -----43.543,13 €

Total estructura cubierta: -----130.757,77 €

**Total ejecución material: -----219.097,20 €**

- Gastos generales (10%) -----21.909,72 €
- Beneficio industrial (7%) -----15.336,8 €

**Total presupuesto contrata: 256.343,72 €**

**21% IVA: 53.832,18 €**

<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL: 310.175,90 €</b>
------------------------------------------------

El presupuesto asciende a la cantidad de: **TRESCIENTOS DIEZ MIL CIENTO SETENTA y CINCO EUROS y NOVENTA CÉNTIMOS**

**X**

Ander Oroz Arbizu  
Estudiante grado Ingeniería mecánica

**X**

Firmante

20 de Junio de 2017